



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola Politècnica Superior d'Edificació
de Barcelona

GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRAFÍA

TRABAJO FINAL DE GRADO

CREACIÓN DE UNA BASE DE DATOS GEORREFERENCIADA DE PROYECTOS DE NUMERACIÓN HISTÓRICOS DEL AJUNTAMENT DE BARCELONA

Projectista: Lorena Ramírez Sánchez

Directoras: M.Mercedes Sanz Conde

Esther Pulido Barberán

Convocatoria: Septiembre/Octubre 2018

RESUMEN

El presente proyecto final de grado describe los pasos seguidos para preservar los proyectos de numeración históricos pertenecientes a los archivos del departamento del *pla de la ciutat* en el *Institut Municipal d'Informàtica*, organismo autónomo del *Ajuntament de Barcelona*.

Es conveniente justificar la necesidad de la digitalización de dichos proyectos, aunque se especificaran más adelante las diversas finalidades. Las principales ventajas de la digitalización de esta cartografía histórica son la rápida recuperación de las copias digitales deseadas y la conservación y perdurabilidad de dichos proyectos.

Los procesos de georreferenciación se han hecho para poder superponer los proyectos de numeración históricos, a una misma escala, medida y proporción mediante el uso de sistemas de información geográfica (SIG) con coordenadas geográficas, con la cartografía vigente de la ciudad y así se han podido incluir en una base de datos.

Se ha pasado por diversas fases hasta llegar a los proyectos de numeración finales georreferenciados, empezando por el escaneo, la georreferenciación y acotación del ámbito de los proyectos, la creación de la base de datos en Excel y la integración de la base de datos al *software* de gestión de SIG usado (QGIS).

Gracias a todos estos pasos se pueden crear consultas en las bases de datos creadas, desde el *software* utilizado, se puede consultar toda la información contenida en cada proyecto de numeración, como códigos de calles, nombres de calles que ya no existen, antiguas fábricas, etc.

En definitiva, el cambio a entorno digital ha supuesto mayor sencillez, rapidez y eficiencia en la consulta y gestión de los proyectos de numeración.

ABSTRACT

This project describes the followed steps for the preservation of the historical plans for address numbering belonging to the archives of the *Institut Municipal d'Informàtica (IMI)*, autonomous organism of the *Ajuntament de Barcelona*.

Is convenient to justify the need of the digitalization of said plans, even though later the several purposes will be specified. The main advantages of the digitalization of this historical cartography are the fast recovery of the desired digital copies and the conservation and durability of said plans.

The georeferencing processes have been done to overlap the historical plans for address numbering, at the same scale, measure and proportion by using geographical information systems (GIS) with geographical coordinates, with the current cartography of Barcelona and thus be able to include them in a database.

The georeferencing processes imply overlapping these historical plans for address numbering at the scale, measure and proportion by using geographical information systems (GIS) with geographical coordinates, at the same scale or graphical proportion.

Several phases have been done until reaching to the final georeferenced historical plans for address numbering, beginning with the scanning, georeferencing and limitation of the projects area, the creation of an Excel database and the integration of the database to used software (QGIS).

Thanks to all steps you can create queries in the databases created, from de software used, you can do queries of all the information contained in each historical plans for address numbering, such as street codes, names of streets that no longer exist, old factories, etc.

As a summary, the change to digital format has meant greater simplicity, velocity and efficiency in the querying and management of the historical plans for address numbering.

Índice

Glosario	5
1. Introduction	7
1.1. Objectives	8
2. Digitalization of historical cartography	9
2.1. Objectives	9
2.2. Tasks to be performed	10
2.3. Preparation of the information	10
2.3.1. Vector data	11
2.3.2. Raster data	11
2.4. Advantages of historical plans digitalization	12
2.5. Disadvantages of historical plans digitalization	12
3. Historical plans for address numbering	14
3.1. What is urban numbering?	14
3.2. The purpose of the urban numbering	14
3.3. Basic principles	14
3.4. Numbering process	15
4. Scan	17
4.1. Scanning of historical cartography	17
4.2. Types of scanner	17
4.3. Scanner HP DesignJet T2300 Post Script eMFP	19
4.4. Scanning features	20
4.5. Scanning process	21
4.6. Problems of scanning historical cartography	22
5. Registration of a digital document	23
5.1. How to name the file?	23
5.2. Generation of the database	24
5.2.1. Registration of historical plans for address numbering	24
5.2.2. Registration of the streets of every historical plan	25
5.2.3. Registration of the place name of every historical plan	26
6. Georreferenciación	27
6.1. Introducción	27

6.2. Objetivo	28
6.3. Datos de partida	29
6.4. Georreferenciación con QGIS	32
6.4.1. Principales características de QGIS.....	32
6.4.2. Complemento georreferenciador QGIS	33
6.5. Sistema y marco de referencia terrestre.....	33
6.5.1. Sistema de referencia espacial (SRS)	34
6.6. Puntos de control (PCT)	35
6.7. Configuración de la transformación	36
6.7.1. Algoritmos de transformación	37
6.7.2. Métodos de remuestreo en QGIS.....	42
6.8. Archivo ráster de salida y generación de informes.....	44
6.9. Tamaño del píxel	45
6.10. Interpretación del error medio cuadrático (RMS)	46
6.11. Comparación de los errores de las transformaciones	52
7. Captura de coordenadas.....	55
8. Importación del registro digital XLS a QGIS.....	56
9. Conclusiones	61
 Bibliografía	 63
Agradecimientos	65

Glosario

SIG (Sistema de información geográfica): es un conjunto de herramientas que permite a los usuarios integrar, editar, compartir, almacenar y mostrar la información geográfica referenciada, esta herramienta permite a los usuarios crear consultas, editar datos, mapas y analizar la información espacial.

QGIS: sistema de información geográfica de código libre para diversas plataformas. Permite manejar formatos tanto vectoriales como ráster así como bases de datos.

PN: abreviatura utilizada para los proyectos de numeración.

GPX (*GPS eXchange Format*): es un esquema XML para transferir datos GPS entre aplicaciones.

Shapefile: es un formato de archivo informático de datos espaciales desarrollado por la compañía ESRI, compañía que crea y comercializa software para Sistemas de Información Geográfica.

UTM (*Universal Transverse Mercator*): el sistema de proyección UTM es una aplicación especializada de la proyección transversal de Mercator. El globo está dividido en 60 zonas septentrionales y meridionales, cada una de las cuales abarca 6° de longitud. Los límites de cada zona se sitúan en los 84° N y 80° S, apareciendo la división entre las zonas norte y sur en el ecuador.

GDAL/OGR (*Geospatial Data Abstraction Library*): herramienta para convertir y procesar un amplio rango de formatos de datos geoespaciales, tanto ráster como vectoriales. GDAL soporta más de 50 formatos ráster y OGR más de 20 formatos vectoriales.

EPSG (*European Petroleum Survey Group*): es una organización petrolera de Europa, formada por especialistas en geodesia, topografía y cartografía que desarrolló un repositorio de parámetros geodésicos con información sobre sistemas/marcos de referencia, proyecciones cartográficas y elipsoides de todo el mundo.

Ráster: formato que divide el área de estudio en una matriz de celdas, generalmente cuadradas. Cada celda tiene un valor único representativo para toda la superficie abarcada por la misma.

1. Introduction

In the last few years the interest in placing in space the phenomena that takes place in the earth's surface has increased, this implies that all data has to be georeferenced to link some coordinates that will help us to locate them in the territory.

Thanks to ancient cartography we can appreciate the modifications and suffered changes in the territory, a local autonomous organization of the *Ajuntament de Barcelona* such as the *Institut municipal d'Informàtica (IMI)* aims to provide all the services of the information technologies and communication at *Ajuntament de Barcelona* and other organizations and public companies they depend on. The '*pla de la ciutat*' of IMI is responsible for the management of the information of territorial basis, which is the technology to generate and manage the needed cartographical information for managing and planning correctly the urban space of the city. IMI has numbering plans in paper format; they have the need to digitize them, georeferencing and creating a database to be able to make queries if there is any incidence or any error in the current urban numbering. Some historical plans for address numbering of this organization have been scanned and georeferenced, these are private plans belonging to the archives of the '*pla de la ciutat*' department and are only accessible to the technicians of this department.

This project describes the stages that the historical plans for address numbering pass, selected from the archives of the *Ajuntament de Barcelona*. These plans have been digitized and incorporated into a database with the objective that this plans are accessible to the technicians of IMI and it allows the consult and exploration of this geographic information. The performed phases are the following:

- Preparation of the plans to scan, this means the reparation of tears in the documents to be scanned, tears suffered by the passage of time, the handling or caused by the folding and unfolding these plans.
- Scanning of the documents, transforming these documents into a digital format in high resolution.
- Record of a digital document with all the information contained in the plan, both the ID code of each plan, the status, the registration element of interest and the registration of all the streets contained in each one.

- Georeferencing of the document fitting in the current cartography and subsequently the limiting of each plan.
- Capture of the place-names of interest such as old factories, streets that have disappeared...

1.1. Objectives

One of the objectives of this project is to digitize, georeference and create a database of some historical plans for address numbering of *Institut Municipal d'Informàtica*, in order to facilitate the simultaneous consultation of these historical plans by the technicians of this company, removing the need to waste time looking for each plans among the archives and making this work more comfortable and faster.

It is also intended to obtain a scan resolution with a good quality, in order to easily distinguish the elements contained in each historical plan for address numbering, the resolution is linked to the file size that will be generated, therefore, care must be taken with the resolution chosen not to generate a file too slow and with a big size.

The aim is to establish a tolerance criterion for each of the digitized plans, depending on how stable the area to be georeferenced has been or not, and based on the use that will be given to the plans. It will be determined, which of the two transformations that will be used is the most suitable for each historical plan, the transformation of Helmert or the Thin Plate Spline transformation.

Another of the objectives is to create queries about the digitized plans, from the GIS software that will be used, thanks to the databases that will be created from each georeferenced historical plans for address numbering.

2. Digitalization of historical cartography

The process of digitisation of historical plans for address numbering is critical to store the resulting files and the captured information in a database.

2.1. Objectives

A feature of the historical plans is that they are documents of great value and must be preserved in archives, collections or libraries, which implies limitations to their query. The collection and/or query of data when you need it becomes very difficult and cause a great loss of time when having to contact institutions that have these archived plans.

The digitalization of these plans is the solution to said problems, because through this process we gain the tools that help us to accelerate and ensure the access to information.

Currently plans in digital format have been started to use, copied by scanner or digital cameras. The digitization has to be as faithful as possible to the original at an appropriate resolution to avoid information loss. Another thing to keep in mind is the quality of the cartographic representations. Obviously, the methods of the topographic survey were not as advanced as today, that is why the ancient cartography is not as accurate as the current one. The quality can vary from one plan to other, depending on several factors, such as the skill of the cartographer or the reason of the topographic survey and the used techniques.

Another purpose of the digitization of historical documents is the preservation and diffusion of documental patrimony that they hold. In this case we have digitized historical maps of the *Ajuntament de Barcelona*, with the purpose of showing and institute the urban numbering of the city or some sections of it at a certain moment in history.

2.2. Tasks to be performed

The tasks shown below have been followed:

Tasks	Description
To determine the conditions of the documents	Check to make sure that they are fit to be digitized.
Separating the documents for the scanning process	Decide if the original documents are passed directly to the scanner or should be photocopied to avoid damage in the scanner.
Control of the scanned plans	Take control of the already digitized plans, to meet the production rate of the process and determine the amount and the production capacity of the involved staff.
Scan	Scanning process of selected plans.

Table 2.1 Table of the first tasks to perform for the digitization of documents

2.3. Preparation of the information

This phase is divided in three parts:

- Selection of input data

The selection should be done according to the cartographic project. There are two types of input documents:

Primary source: aerial photographs, images from remote sensors, GPS data...

Secondary source: the maps, as they have been obtained by a cartographic process, which have been accumulating errors during the treatment.

- Analysis
- Data model (classification, coding and symbolization)

A spatial database is a collection of referenced data in space that acts as a model of reality; the rules that are used to model the real world by means of objects constitute the data model. The data model defines the way in which the spatial features in a GIS are presented. The types of models are: Vector model and raster model.

2.3.1. Vector data

This model focuses its interest in the entities, the positioning on the space of each one of them. In order to model the real world entities three types of spatial objects are used: points, lines and polygons. Thus, the objects are nothing more than digital representations of the entities.

A vector data uses the coordinate system of (X, Y, Z).

2.3.2. Raster data

The raster data consists of a matrix of cells (or pixels) arranged in files and columns (or a grid) where each cell has a value representing information. Raster files can be digital aerial photographs, satellite image or scanned maps.

The data stored in raster format represents real-world phenomena:

- Thematic data: represent entities such as data from the earth or land uses.
- Continuous data: represents phenomena such as temperature, elevation or spectral data (satellite images and aerial photographs).
- The images include scanned maps or drawings and photographs of buildings.

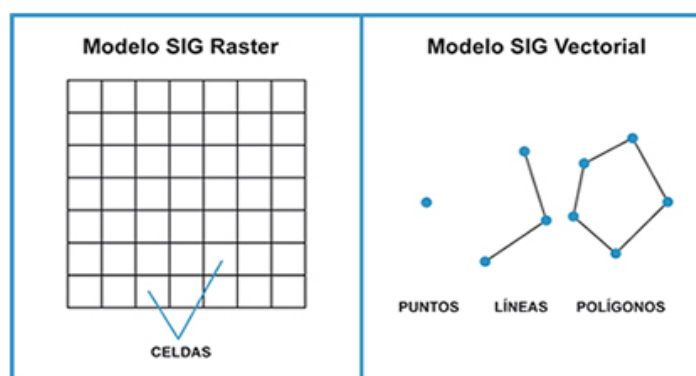


Figure 2.1 Graphic comparison of vector data and raster data

2.4. Advantages of historical plans digitalization

One of the biggest advantages of digitizing documents is that the information is secured and documents are not exposed to the deterioration or tears of the passage of time, as they are exposed to deterioration even under optimal conditions of storage and handling at the time of making a query. It also reduces the physical space that occupy these documents while being stored in files in paper format.

The possibility of having a scanned document makes easier the access and the querying of these, you should also highlight the adaptability of these documents, because the information can be modified and converted to different formats according to the needs of the user or the operators.

Another positive aspect is that the information can be queried by multiple users simultaneously and can be broadcast online immediately without need of creating physical copies.

Regarding the convenience of the users, digitizing a document or a project improves the efficiency, since it eliminates the need to travel to locate a particular document, because it is possible to access it from any computer with internet access. You can also print at any time being copies exact to the original.

2.5. Disadvantages of historical plans digitalization

Scanning documents needs expensive hardware, which can be a problem for those who may not have access to these tools, you also need a cartographic database in digital format that is compatible, which requires workers with databases knowledge.

Digitizing any document can damage those that are old and fragile, this process can pose a danger to them, because they can be easily damaged in the handling process and through the scanning process. In addition, exposure to intense light can damage them.

The technology is advancing continuously, so the scanned documents should be kept to the pace of development of the technology; with the purpose of achieving some

processes much faster, this could be considered a disadvantage as there need to be updated as the technology progresses.

Due to the large volume and size of the plans digitized and georeferenced, its publication in web pages for download is not feasible, because the user would need a high bandwidth to get it. In addition, the possibilities of interaction with the document depend on the software available to the user, limited, in the case of a generic user, a simple visualization of a map. Publishing through standard services such as WMS and WMTS of the Open Geospatial Consortium, would solve the bandwidth problem.

The operation of these services means that there will be requests for image generation of a pixel size equivalent to the resolution of the screen in which the map will be displayed, regardless of the scale. In any case, these services are intended to be used by software developers and not for end users.

Thinking of the end users, an application should be provided allowing them to access these maps without bandwidth problems and providing them with the functionality of being able to view them comfortably and effectively. For instance: select the year of the historical map that you would like to view, zoom, search current streets and compare them with the existing cartography, etc.

3. Historical plans for address numbering

3.1. What is urban numbering?

The urban numbering is what allows people to locate a house, meaning, its address through a system of plans and street signs indicating the numbers, the names of the streets and buildings.

Neither the nomenclature nor the urban numbering are only a signalling operation, they are an indispensable basis for urban planning.

The documents that have been scanned are historical plans based on the urban numbering, they were created to sort and locate homes using an associated number with each building.

3.2. The purpose of the urban numbering

For the people:

- Facilitates the identification and the address location by an easy identification system.
- It provides assistance for emergency services such as ambulances, fire-fighters, police, etc.
- Help urban services to locate customers: taxis, home correspondence delivery, etc.

For public administrations:

- Facilitates the work of operators of public services (electricity, water, telecommunications), mainly for the installation of infrastructure.
- Improves the local taxation by allowing the design of tax registers or inventories.

3.3. Basic principles

The concept of urban numbering is based on two principles:

1. The streets are coded numerically.

The system of numbering of streets must allow the easy identification inside the city, you must take into account different types of urbanization and forecasting urban development.

The principle of the operation is based on applying a coding system (numbers or names) that assigns a code to each district, neighbourhood, street and building. The system makes it easy for the users, since the code of the address immediately tells you in what neighbourhood is this street. Since the streets are numbered according to a predefined progression order, it is easy to locate each one of them.

In addition, the code of each street allows us not to be confused by alphanumeric errors.

2. The system has to adapt to the financial and technical capabilities of each city.

Aside of facilitating the address location, the urban numbering must be considered as a mechanism to improve urban planning. This goal is based on three complementary elements:

- Production of a complete map of the city, so that system can be used by different municipal services.
- To perform a systematic survey to collect important data on urban and demographic data.
- Constitution of an address database in order to perform the processing, the update and the inquiry of census data.

3.4. Numbering process

The operation of urban numbering includes five related actions:

- **Encoding:** defining a system for identifying streets and numbering the entrances.
- **Drawing:** creating the basis for a work map and the naming plans and street numbering of streets.
- **Sign posts:** installing signposts and plaque with the names of the streets in the intersections.

- **Numbering:** placing numbers in the entries. This is done in parallel to the placement of the signposts.
- **Street index:** a street computerized index is established over the information gathered during the numbering process of entrances; this can be a reference point for all the governmental offices.

4. Scan

For the manual digitalization, it is first necessary to scan the plans to obtain a raster image, using optical sensors operating on this image, generating vector layers with the information of the same.

The digital image, obtained by the scanners, is divided into an array in a grid form. Each point is called a pixel, with binary value 1 or 0, depending on the brightness and the light tone read by the scanner.

4.1. Scanning of historical cartography

It is possible to scan both maps and aerial photographs, since the operation mode is quite similar, given that the object of the process is the same: convert a printed document into a digital document that can be used in any GIS software. This process is performed with a scanner, which is composed of a head on which is mounted a sensor, and a support on which it moves or the head or the document that you want to scan, in this way the information is collected from the document's entire length.

In this project 5 historical plans for address numbering have been scanned taken from the archives of the *Institut Municipal d'Informàtica (Ajuntament de Barcelona)*, this plans are not accessible to users who do not belong to this company. Are plans in old paper format, handmade and with a certain scale.

4.2. Types of scanner

There are scanners specifically designed to work with cartographical documents, these are high cost devices and are very specialized. The more generic scanners, designed to work with any type of images and for different uses, they also allow us to scan both maps and aerial images with acceptable results.

The three main types of scanners are:

- **Flat-bed:** the usual for domestic use or the scanning of images with a small format. The document to be scanned is placed on a glass plate under which moves the head with the sensor.

- **Drum:** the map is placed over a drum that rotates, while the head remains still.
- **Fed scanners:** the sensor is maintained fixed and the documents moves through a drag mechanism, in a similar way as advances the paper on a home printer. Tend to introduce important geometric distortions caused by an inaccurate shift from the paper.

The basic parameters that define the characteristics of a scanner are spatial resolution and radiometric resolution. The first of these is usually measured in dots per inch (dpi) and indicates the number of points (cells) that the sensor is able to take by each unit of length on the paper. The radiometric resolution indicates the ability of the sensor to distinguish between two different colours.

When working with cartographical documents for the use in Geographic Information Systems, both the spatial resolutions and the radiometric of the scanners used in cartography are sufficient, although it is customary to present geometric distortions which can be a problem to maintain the cartographical accuracy, and this requires the use of equipment of higher quality if we need high precision results.

Something to consider also is the speed of the scanner, as the preparation of cartographic data from analogic cartography can take considerable time if the data volume is high. The performance of the scanner and the speed to scan an image are directly related to the spatial resolution. A scanner has a maximum resolution, which is the nominal resolution (in dpi), anyways, the resolution can be adjusted according to the user's needs.

In the case of maps, we do not have to forget about the cartographic basis for which it has created such a map, working with a high resolution does not imply to incorporate further information, as this may not exist in the original map, we would get just a data volume higher than necessary. For the purpose of this project, an adequate resolution is needed to appreciate the small details of each plane, the resolution of 600 dots per inch has been chosen.

If the map has a large size, the sheet can be scanned in parts and then joined together, still need to make sure later that the parts are consistent with each other. For an image from the scanning of a printed document to have full validity and utility within a GIS, it

is necessary to add information about location in space of the area represented in this document. This process is called georeferencing.

In this case I have separated the chosen historical plans for address numbering, these have been scanned one by one handling them with maximum delicacy, taking care with the folds of the leaves, always handling them with clean hands and, if possible, with gloves, as they are old plans and are extremely fragile at the time to unfold them. The scanner is adjusted in such a way that the files already scanned are stored in the pen drive inserted in order to consult them or to treat them from other computers.

4.3. Scanner HP DesignJet T2300 Post Script eMFP

To scan our historical plans for address numbering I have used this printer, located in the offices of the *Institut Municipal d'Informàtica* of Barcelona, it is able to scan drawings sketches and plans instantly, giving the option of uploading the content to the web for sharing. You can also work and several projects at the same time, the use of the two coils simultaneously and the intelligent shift.

Multifuction printers HP DesignJet T2300 with 619 mm (24 inches) and 914 mm (36 inches) are the devices of large-format more compact which perform functions of print, scan and copy based on the specifications of H x W x L published in May 2017.

HP makes the work easier because it allows you to print, copy and scan with just the click of a button, reducing the margin of error, intervention and waste with automatic colour calibration. We can also get a preview of the pages thanks to an intuitive colour touchscreen, easy to use and provides us with previews of design prints accurate and in real-time.

HP DesignJet T2300 is free software that allows you to create virtual copies of the files that pass through the plotter, this way we can access any of the files scanned, copied or printed through a digital version online.



Figure 4.31 Scanner of the Institut Municipal d'Informàtica used for the digitization of the historical plans

4.4. Scanning features

Speed	<i>Colour:</i> 3,81 cm/s (1,5 inches per second)
	<i>Grayscale:</i> 11,43 cm/s (4,5 inches per second)
Resolution	The resolution required depends on the use given to the image, for these plans the resolution of 600 dpi has been used, since it is a high resolution and gives optimal results and an acceptable file size, 1200 dpi would generate a file with a big size.
Maximum size	91,4 x 277 cm (36 x 93,6 inches) and a thickness of 0,8 mm (0,03 inches)
Minimum size	12,7 x 12,7 cm

Table 4.1 Main features of the scanning

4.5. Scanning process

The scanning options that have been used are the following:

Format	TIFF
Quality	300 ppi
Content type	Mixed
Type of paper	Transparent (vegetal and all translucent material)
Background removal	Remove the background colour. Select: Zero

Table 4.12. Configuration that has been used for the scanner

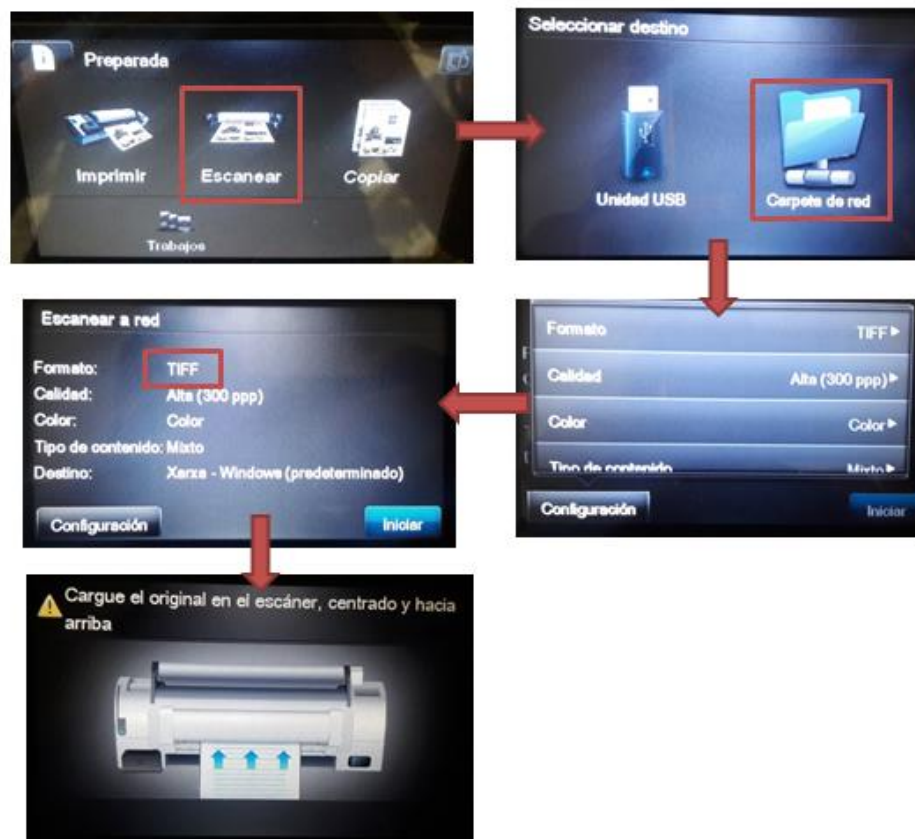


Figure 4.53 Photos of the steps performed for the plans scanning

4.6. Problems of scanning historical cartography

The problem when scanning is that is important to ensure that the plans do not have wrinkles or creases, because these scanners based on CIS technology (Contact Image Sensor) have a high optical resolution in the plane of focus, therefore when the scanned original is smooth on the glass plate, we get some images sharp and detailed. On the other hand, if the original contains any wrinkle or crease, we will see perfectly these defects in the scanned image.

The solution to this problem is re-scanning the original, modifying the contrast and background removal to zero.

5. Registration of a digital document

This diagram shows the steps that have been followed to create the database.

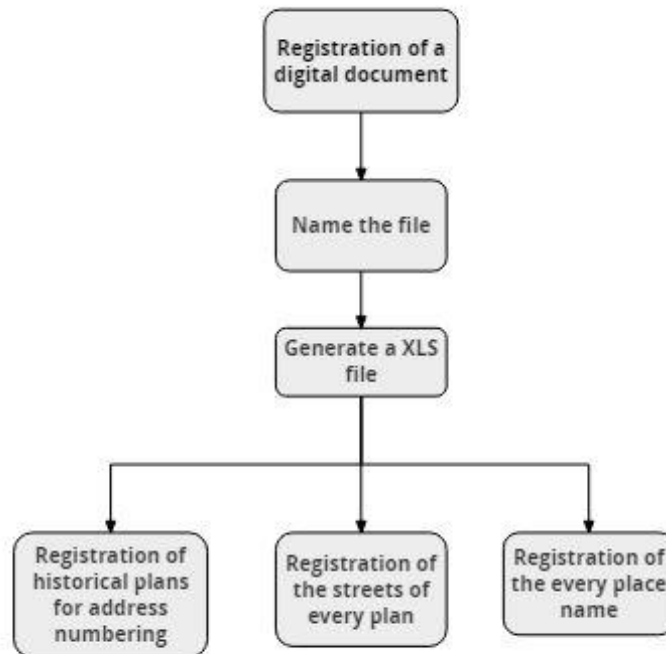


Figure 5.1 Diagram of the digital registration of the plans

5.1. How to name the file?

A change has been made in the name of the file with the following criteria:

PN + ID_PN + ID_DOC + STATUS.TIF

PN	Prefix that indicates that the file is a historical plan for address numbering
ID_PN	Name of the historical plan for address numbering
ID_DOC	Chronological name of historical plan
STATUS	Document status (CURRENT or NOT CURRENT)

Table 5.1.Naming the scanned files

5.2. Generation of the database

Once you have completed the previous steps the historical plan for address numbering have to be included in the registry, to do this we use the program Microsoft Excel.

The archive is divided into three pages:

- Page *Proyectos_numeración* (registration of the historical plans).
- Page *PN_calles* (registration of streets and place names in the project).
- Page *topónimos* (registration of the place names of each corresponding plan).

5.2.1. Registration of historical plans for address numbering

In this page the document is only registered once, a page like this is generated for each digitalized historical plan with the following data:

ID_PN	Name of the historical plan for address numbering
ID_DOC	Chronological name of historical plan for address numbering
STATUS	Document status (CURRENT or NOT CURRENT)
APPROVAL_DATE	Document approval date
DESCRIPTION	Document description
OBSERVATION	Document observations
GEOREFERENCING	Indicates if georeferencing versions exist (YES or NO)
ORACLE_PN	Integrated in Oracle (YES or NO)
PLACENAMES_CAPTURE	If place names have been captured (YES or NO)
X_METERS	Coordinates X UTM ETRS89
Y_METERS	Coordinates Y UTM ETRS89

Table 5.2 Information contained in XLS document

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	ID_PN	ID_DOC	ESTAT	DATA_APROV	DESCRIPCIO	OBSERVACIO	GEORI	ORA	CAPTU	X_metros	Y_metros
2	023	004	VIGENTE	15/04/1905	PROYECTO DE NUMERACIÓN DEL BARRIO SANTA MADRONA		SI	NO	SI	430032,268	4580511,996
3	092	002	VIGENTE	09/08/1922	PROYECTO DE NUMERACIÓN DE LA VIA LAYETANA		SI	NO	SI	431161,284	4581870,766
4	038	001	ANULADO	27/06/1917	PROYECTO DE NUMERACIÓN DEL PASEO "CASA ANTUNEZ"	APROBADO 07/06/1918	SI	NO	SI	429782,163	4578455,749
5	359	001	VIGENTE	01/01/1951	PROYECTO DE NUMERACIÓN DE LA CALLE PANTANO DE TREMP	APROBADO 29/11/1951	SI	NO	SI	429288,378	4586363,274
6	056	001	VIGENTE	25/02/1963	PROYECTO DE NUMERACIÓN DE LA CALLE LLOBERA	APROBADO 30/05/1963	SI	NO	NO	431030,077	4588925,343

Figure 5.2 Example of the XLS registration of digitized historical plans for address numbering

5.2.2. Registration of the streets of every historical plan

In this page there is a registration for every street of every historical plan for address numbering with the following data:

ID_PN	Name of the historical plan for address numbering
ID_DOC	Chronological name of historical plan for address numbering
STREET_CODE	Code of every street
OBSERVATIONS	Observations of the streets
X_METERS	Coordinates X UTM ETRS89
Y_METERS	Coordinates Y UTM ETRS89

Table 5.3 Information of registration of the streets of every historical plan

	A	B	C	D	E	F	G
1	ID_PN	ID_DOC	CODIGO_CALL	NOM_CALLE	Observaciones	X_metros	Y_metros
2	359	001	181903	PASSATGE DE LUGO		429488,689	4586194,482
3	359	001	185700	C. LLOBREGÀS		429471,554	4586198,793
4	359	001	243909	C. PANT· DE TREMP		429087,571	4586402,046
5	359	001	325504	C. SIGUENZA		429411,957	4586240,823
6	359	001	040800	C. BERNAT BRANSI		429369,065	4586267,55
7	359	001	164609	C. JADRAQUE	Antiguamente llamada Puig y Castellar	429405,06	4586299,449
8	359	001	221407	C. MORATIN		429311,732	4586312,166
9	359	001	097807	C. DANTE ALIGHIERI		429286,083	4586340,186
10	359	001	120400	C. FARNS		429231,767	4586411,314
11	359	001	179901	C. LISBOA		429120,98	4586442,998
12	359	001	271700	C. DE LA PURÍSSIMA		429093,068	4586456,469
13	359	001		C. DE LOS PLATANOS	NO EXISTE ACTUALMENTE	429071,514	4586440,735

Imagen 5.3 Example of the XLS registered of the information for the registrations of the streets of each historical plan for address numbering

5.2.3. Registration of the place name of every historical plan

A field for every place name of every historical plan has been created, every place name of every plan has been extracted except those of the streets Ojeda, Llobera and Rodrigo Caro, since the plan did not contain interesting information, and all were particular buildings.

ID_PN	Name of the historical plan for address numbering
ID_DOC	Chronological name of historical plan for address numbering
DESCRIPTION	Name of the highlighted place name
X_METERS	Coordinates X UTM ETRS89
Y_METERS	Coordinates Y UTM ETRS89

Table 5.4 Information of the registration of each place name

ID_PN	ID_DOC	DESCRIPCION	X METROS	Y METROS
359	001	C. De los plátanos	429071,514	4586440,735
359	001	C. De Puig Y Castellar	429405,060	4586299,449
359	001	Iglesia de Sta. Teresa de Jesús	429448,086	4586202,768
92	002	Caja de pensiones	430943,229	4582135,218
92	002	Iglesia de S. Francisco de Paula	431035,867	4582100,064
92	002	Casa gremial dels velers	431020,190	4582052,399
92	002	C. De Montesión	431020,982	4581961,661
92	002	C. Del Sac	431074,347	4581868,39
92	002	C. De Joaquin Costa	431269,757	4581815,658
92	002	Bajada de la Cárcel	431274,825	4581682,323
92	002	C. De Martir Batisti	431450,598	4581625,632
92	002	C. De Mar y Cel	431567,939	4581528,402
92	002	Casa de correos y telégrafos	431519,324	4581456,984
92	002	C. De Campmany	431622,255	4581485,013
92	002	Casa Lonja	431636,032	4581504,174
38	001	C. De Lagasca	429684,753	4578176,263
38	001	Huerto de la Paloma	429728,433	4578413,908
38	001	Astilleros Cardona (cuadras)	429797,270	4578432,562
23	004	Fábrica nº 42	429800,569	4580517,024
23	004	Cinematógrafo del siglo XX	430356,571	4580681,89
23	004	Casa rectoral	430137,108	4580660,828
23	004	Convento nº 34	430091,254	4580612,113
23	004	Teatro Condal	430142,743	4580071,229
23	004	Café del teatro	430150,977	4580684,232
23	004	Fábrica nº 12	429962,588	4580394,778
23	004	Convento de las Monjas Franciscanas	429911,521	4580408,846
23	004	Fábrica nº 10	429890,315	4580631,625

Figure 5.4 Generated table of the place names contained in the historical plans

6. Georreferenciación

La georreferenciación es un proceso que nos permite determinar la posición de un elemento en un sistema de coordenadas espacial diferente al que se encuentra. Se establecen una serie de puntos de control que serán identificados en ambos sistemas (puntos homólogos), y a partir de ellos determinamos los parámetros de transformación.

6.1. Introducción

La georreferenciación de cartografía histórica sitúa en el espacio los elementos recogidos en mapas que, en la mayoría de ocasiones, carecen de coordenadas, escala o proyección conocida. La fidelidad con la que aparecen representados estos elementos en los mapas depende de la tecnología utilizada en su elaboración. Por lo general, cuanto más antiguo es el mapa mayor es la distorsión que presenta con respecto a la cartografía actual. La diversidad de técnicas también requiere una diversidad de métodos para valorar esta cartografía histórica.

Cabe destacar que muchas veces la visión que vemos en los planos históricos nos resulta algo extraña ya que se escapa de lo que estamos acostumbrados: el norte arriba y el sur abajo, o el origen de coordenadas en el ecuador y el meridiano de Greenwich. A modo de ejemplo, a finales del siglo XX, no era infrecuente encontrar mapas de Barcelona ligeramente rotados de forma que el mar Mediterráneo apareciese en la parte inferior y las calles del Eixample perfectamente alineadas con la vertical y la horizontal. Recordamos que el patrón referente al meridiano de Greenwich se adoptó en 1884. En España también se usó durante mucho tiempo como meridiano cero el Meridiano de Cádiz o el Meridiano de Madrid. De este modo la asignación de coordenadas actuales a puntos singulares de mapas históricos conllevan en muchos casos rotaciones o distorsiones en el mapa que se deben tratar con mucho cuidado por parte del software utilizado para ello.

Para la georreferenciación se dispone de un mapa escaneado sin coordenadas, y una ortofoto o capa vectorial de la que sí se conocen las coordenadas de cada píxel, pues ha sufrido un proceso de georreferenciación y corrección previo. Localizando un número suficiente de puntos singulares en ambas fuentes, puede establecerse la transformación que permite asignar coordenadas a todos los píxeles del mapa escaneado. Una vez el

proceso se ha realizado, este mapa escaneado puede utilizarse dentro de un SIG junto con cualquier otra capa que represente esa misma porción del terreno, pues contienen toda la referencia geográfica necesaria.

El *software* puede generar imágenes georreferenciadas en formato Geotiff, para lo que se tienen que localizar puntos en la imagen a georreferenciar de los que se conozcan sus coordenadas. Desde el programa QGIS podemos obtener estas coordenadas de 3 formas distintas:

1. Desde un fichero de texto que contenga en cada registro el número de punto y sus coordenadas X e Y.
2. Extrayéndolas de las coordenadas de una imagen o cartografía ya georreferenciada.
3. Introduciendo las coordenadas de los puntos manualmente.

6.2. Objetivo

El objetivo de georreferenciar documentos de cartografía histórica es corregir los problemas que producen errores en la posición de los elementos geográficos. En algunos casos no es posible identificar el modelo geométrico de la tierra o la proyección cartográfica utilizada. También existen errores y deformaciones en el papel original que producen que la escala no sea la misma en todas las direcciones, ni en todo el documento. Si no se utilizan equipos apropiados para digitalizar el documento es posible que este problema se vea incrementado.

Tendremos que tener en cuenta los errores geométricos posibles de los instrumentos y las técnicas que se utilizaron en la época de realización del proyecto de numeración. Se consideraran dos tipos de mapas a la hora de georreferenciar cartografía antigua:

- Los documentos en los que se supone que en su realización se utilizaron métodos y técnicas que garantizan una precisión homogénea. De este modo se obtiene una georreferenciación buena identificando de 3 a 4 puntos homólogos.

- Los documentos en los que su utilidad, finalidad, medios técnicos y otros métodos de su realización no garantizan una precisión geométrica homogénea. Para este tipo de documentos se necesita un número elevado de puntos homólogos, así evitamos deformaciones en la imagen resultante.

Para los proyectos de numeración no se necesita una georreferenciación de una precisión topográfica, se trata de hacer el encaje de la trama urbana representada con la cartografía vigente para tener un conocimiento de cómo era la numeración en aquella época y si ha cambiado o se ha mantenido con la numeración actual, como la cartografía vigente solo se usa para poder georreferenciar de la manera más exacta posible los proyectos de numeración no necesitamos que encajen al milímetro.

6.3. Datos de partida

Se parte de cinco proyectos de numeración, digitalizados previamente, éstos han sido escogidos según la información contenida, ya que eran los que más información contenían en comparativa al resto de proyectos que hay archivados, porque son tramas urbanas de diferentes zonas de la ciudad y porque el tipo de papel es diferente en algunos de ellos, como se puede observar en la siguiente figura.

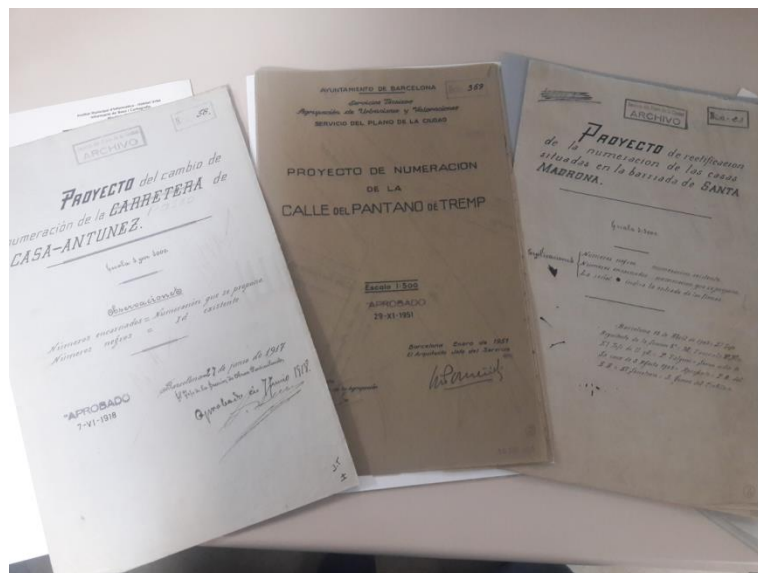


Figura 6.1 Foto de la portada de los proyectos de numeración escogidos para la georreferenciación

Los proyectos escogidos son:

- El barrio de Santa Madrona, proyecto realizado el 15 de abril de 1905.

Título	Proyecto de rectificación de la numeración de las casas situadas en la barriada de Santa Madrona
Localización	Poble-Sec
Fuente	Servicio del plano de la ciudad
Escala	1/1000
Firmas	Arquitecto de la sección: M. Pascual Secretario: J. Gómez del Castillo

Tabla 6.1 Información obtenida del PN del barrio de Santa Madrona

- Can Tunis, proyecto realizado el 27 de junio del 1917.

Título	Proyecto del cambio de numeración de Casa- Antúnez
Localización	Distrito de Sants-Montjuic
Fuente	Servicio del plano de la ciudad
Escala	1/1000
Firmas	Jefe de la sección de obras particulares

Tabla 6.2 Información obtenida del PN de Casa - Antúnez

- Via Laietana, proyecto realizado el 9 de agosto de 1922

Título	Proyecto de Numeración de un tramo de la Via Layetana
Localización	Eixample (Ciutat Vella)
Fuente	Servicio del plano de la ciudad – Agrupación de urbanismo y valoraciones
Escala	1/1000

Tabla 6.3 Información obtenida del PN de Via Laietana

- Calle Pantà de Tremp, proyecto realizado en enero del 1951.

Título	Proyecto del cambio de numeración de la calle del Pantano de Tremp
Localización	Distrito de Horta-Guinardó (barrio del Carmelo)
Fuente	Servicio del plano de la ciudad
Escala	1/500
Firmas	Arquitecto jefe del servicio y arquitecto jefe de la agrupación

Tabla 6.4 Información obtenida del PN de la calle Pantà de Tremp

- Calle de Llobera, Rodrigo Caro y Ojeda, proyecto realizado el 25 de febrero de 1963.

Título	Proyecto del numeración de la calle de Llobera, calle de Rodrigo Caro y Calle de Ojeda
Localización	Distrito de Nou Barris
Fuente	Servicio del plano de la ciudad
Escala	1/500
Firmas	Arquitecto jefe del servicio y arquitecto jefe de la agrupación

Tabla 6.5 Información obtenida del PN de Calle Llobera, Rodrigo Caro y Ojeda



Figura 6.2 Armario donde se encuentran archivados los proyectos de numeración en las oficinas del Institut Municipal d'Informàtica

6.4. Georreferenciación con QGIS

La georreferenciación se ha realizado con QGIS, es un Sistema de Información Geográfica de código libre para diversas plataformas como Linux, Mac OS, Microsoft Windows y Android. Permite manejar formatos ráster y vectoriales a través de bibliotecas GDAL y OGR, así como bases de datos. QGIS opera bajo la licencia de GNU (General Public License). Se puede modificar libremente para realizar diferentes y más especializadas funciones, también permite crear nuevas aplicaciones con C++ y Python.

6.4.1. Principales características de QGIS

Tiene las características de hacer de soporte para la extensión espacial de postgresQL y PostGIS, maneja archivos vectoriales shapefile, ArcInfo coverages, Mapinfo, GRASS GRIS, etc. También soporta una cantidad importante de archivos ráster como geoTIFF, TIFF, JPS, GRASS GRIS, etc. Una de las grandes versatilidades de QGIS es la fácil interconexión con otras bases de datos geoespaciales como PostGIS, SpatialLite, ORACLE Spatial y otras más.

Puede crear, editar, administrar y exportar capas tanto vectoriales como ráster en varios formatos. QGIS ofrece, al igual que otros SIG, las siguientes funcionalidades con las ventajas de ser un *software* libre:

- Es una herramienta de digitalización para formatos conocidos OGR y capas vectoriales GRASS.
- Tiene la capacidad para crear y editar archivos shape.
- Se puede instalar un complemento Georreferenciador para geocodificar imágenes, este es el complemento necesario para la georreferenciación de este proyecto.
- Dispone de herramienta GPS para importar y exportar formato GPX.
- Apoyo de visualización y edición de datos del OpenStreetMap.
- Puede crear tablas de bases de datos espaciales desde algún archivo shape.
- Permite manejar tablas de bases de datos espaciales.

- Puede guardar capturas de pantalla como imágenes georreferenciadas.
- Puede exportar DXF con capacidades aumentadas de explorar estilos y plugins que realizan funciones parecidas a CAD.



Figura 6.3 Versión utilizada del programa QGIS para la georreferenciación

6.4.2. Complemento georreferenciador QGIS

Para georreferenciar en QGIS se utiliza el plugin '*Georreferenciador GDAL (Geospatial Data Abstraction Library)*' que viene instalado por defecto en este programa.

GDAL es una biblioteca de software para la lectura y escritura de datos geoespaciales, fue publicada por la fundación Open Source Geospatial Foundation. Las herramientas que ofrece son de administración de ráster para consultar, re-proyectar, deformar y combinar una gran variedad de formatos ráster.

Se activa desde 'Complementos > Administrar e instalar complementos'.

Una vez activado dicho complemento hay que definir el sistema de coordenadas.

6.5. Sistema y marco de referencia terrestre

Es necesario un sistema de referencia terrestre para determinar las coordenadas sobre la Tierra. Es una herramienta imprescindible en el desarrollo de topografía, cartografía y localización de cualquier observación que se realice.

Hay que distinguir un sistema de referencia de un sistema de referencia convencional, un marco de referencia y un sistema de coordenadas:

Un *sistema de referencia* sirve para responder a la necesidad de localizar y representar de manera precisa los elementos existentes sobre la superficie terrestre, utilizando éstos, asociados a diferentes sistemas de coordenadas, se puede dar una posición en un sistema de referencia cartesiano (x, y, z) o en un sistema de referencia polar (longitud y latitud).

El sistema de referencia local está definido por la elección de un elipsoide de referencia y un marco de referencia, que es un punto origen conocido como punto datum donde coincide las coordenadas astronómicas y geodésicas y el acimut de partida.

El sistema de coordenadas es la parametrización de las coordenadas de los puntos que forman el marco de referencia. Existen infinitos sistemas de referencia para parametrizar el marco de referencia, algunos ejemplos serían las coordenadas (x, y, z), (φ , λ , H), (E, N, h), etc.

6.5.1. Sistema de referencia espacial (SRS)

Es un sistema de coordenadas que puede ser local, regional o global, viene determinado por el Datum, que al mismo tiempo viene determinado por el elipsoide y el punto tangente entre el elipsoide y el geoide, y un sistema de proyección. Los SRS son indispensables en todo tipo de cartografía y en los sistemas de información geográfica, actualmente en Europa se utiliza el sistema ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989).

Los sistemas de referencia se pueden denominar también con un código EPSG.

EPSG era una organización relacionada con la industria petrolera en Europa. Fue un grupo formado por especialistas en geodesia, topografía y cartografía aplicadas al área de exploración petrolífera, desarrolló un repositorio de parámetros geodésicos que contienen información sobre sistemas de referencia antiguos y modernos, proyecciones cartográficas y elipsoides de todo el mundo. Es posible descargar la base de datos con los códigos EPSG disponibles desde la sección EPSG Dataset/Download Dataset de la página www.epsg.org.

Para estos proyectos de numeración se ha utilizado el sistema de referencia ETRS89 con coordenadas UTM:

[EPSG: 25831, ETRS89 / UTM Zone 31N]

6.6. Puntos de control (PCT)

Para determinar los parámetros de las transformaciones es suficiente entre 2 y 4 puntos homólogos, la utilización de más de estos puntos nos permite reducir los errores. Las características que deben tener los puntos que hemos seleccionado para calcular la rectificación son:

- Deben ser puntos claros e identificables en ambos documentos.
- Los puntos han de corresponder con elementos fijos en el tiempo.
- Los puntos tienen que estar separados unos de otros y estar homogéneamente distribuidos en toda la extensión del mapa.

Se ha cargado la imagen ráster, con el botón '*Añadir punto*', se escogen los puntos de control que se considerans más precisos o más fiables y se selecciona la opción '*desde el lienzo del mapa*' para poder añadir las coordenadas X e Y con la ayuda de una capa lineal en formato shape, cargada anteriormente en QGIS, que contiene todos los límites de los polígonos, vías y elementos destacables de la cartografía vigente de la ciudad.

Para la transformación de Helmert hay que tener en cuenta el error medio residual de los píxeles, según el tamaño del error se han ido añadiendo o eliminando los puntos que más se desplazan de la capa georreferenciada, esto es debido a que este tipo de transformación no deforma lo más mínimo el original, por eso hay que tomar puntos lo más estables en el tiempo posible, como edificios históricos si los hay. En el tipo de transformación Thin Plate Spline no hace falta tener en cuenta el error medio ya que esta transformación va deformando el original a medida que se van añadiendo los puntos de control y hace más fácil identificar si algún punto de control ha sido mal introducido o si se ha desviado más de lo deseado.

Los puntos de control tienen que estar distribuidos por toda la imagen, así se puede alcanzar mayor precisión en la transformación, ya que hace el encaje más exacto y la deformación es menos notable en el caso de la transformación TPS, porque se deforma todo el proyecto de numeración de manera conforme.

Esta es la barra de botones para añadir los puntos de control desde el QGIS:



Figura 6.4 Captura de la barra de botones del georreferenciador de QGIS

6.7. Configuración de la transformación

Cuando ya se han establecido los puntos de control, hay que definir una transformación y un método de remuestreo en la siguiente pantalla de QGIS.

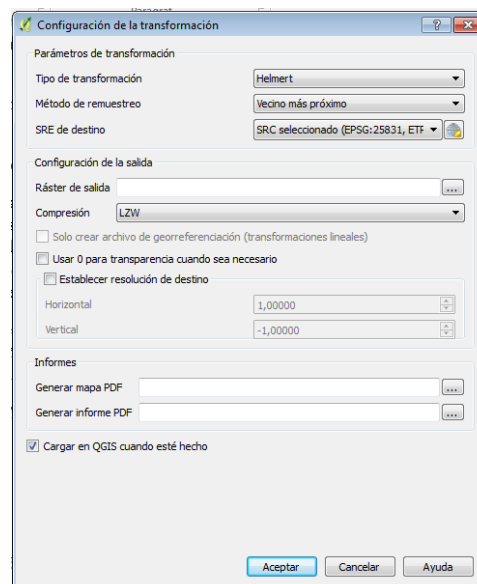


Figura 6.5 Captura de la pantalla para configurar la transformación

6.7.1. Algoritmos de transformación

QGIS ofrece varios tipos de transformaciones: Lineal, proyectivo, polinomial de grado 1, grado 2 y grado 3, Helmert y Thin Plate Spline.

Para la georreferenciación de estos proyectos históricos se han usado estas dos transformaciones:

- **Helmert (también conocida como transformación de semejanza, conformal lineal en 2D, transformación de 4 parámetros y transformación ortogonal):** transformación de escalado sencillo y con transformaciones de rotación y traslación en los ejes del sistema de coordenadas del plano que se quiere georreferenciar. Mantiene la forma relativa de los puntos de control (se mantiene las proporciones en X y Y del plano). En este tipo de transformación se necesitan al menos 2 puntos de control para poder calcularse los parámetros, 3 puntos para calcular el error por mínimos cuadrados y si se desea un ajuste razonable hay que tener al menos 6 puntos.

Una transformación de semejanza es aquella que no varía su verdadera forma después de la transformación.

Es necesario conocer como mínimo las coordenadas de dos puntos en ambos planos, tanto el plano a georreferenciar como el plano actual, para aplicar una transformación bidimensional de semejanza.

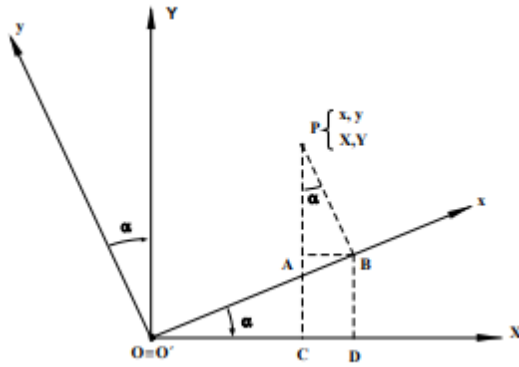
Este tipo de transformación tiene tres pasos básicos:

- Rotación
- Cambio de escala
- Traslación

Rotación

Se parte de los sistemas de coordenadas de referencia (X, Y) y arbitrario (x, y) y suponiendo que este último está girado con valor α respecto al sistema de referencia.

Se obtienen las coordenadas de un punto P(x,y) en el sistema de referencia:



$$X = x \cos \alpha - y \sin \alpha$$

$$Y = x \sin \alpha + y \cos \alpha$$

Figura 6.6 Ejemplo de un sistema de coordenadas girado un ángulo α

Esto se expresa en forma matricial:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

Donde:

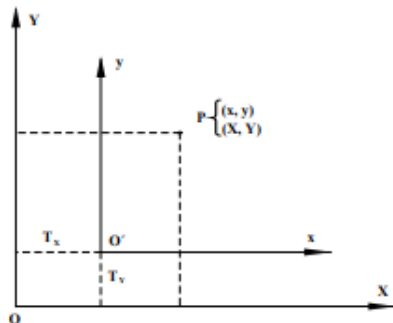
$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix}$$

El giro se expresa de la siguiente forma:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = \mathbf{R} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

Traslación

Si consideramos que los ejes de ambos sistemas son paralelos, pero el origen del sistema (x,y) tiene coordenadas (Tx,Ty) respecto del sistema (X,Y), se deduce que:



$$\begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} T_x \\ T_y \end{bmatrix}$$

Figura 6.7 Ejemplo de un sistema de coordenadas con diferente origen de coordenadas

Cambio de escala

El cambio de escala se aplica cuando tenemos los dos sistemas de coordenadas con un origen coincidente pero las unidades de medida son diferentes.

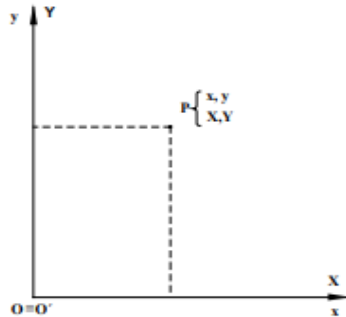


Figura 6.8 Sistema con diferentes unidades de medida

El cambio de escala viene dado por la fórmula:

$$\begin{aligned} X &= \lambda x \\ Y &= \lambda y \end{aligned} \quad \Longrightarrow \quad \begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = \lambda \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

Expresión general

El caso más general es el que tiene ejes girados, trasladados y con unidades de medida diferentes, de ese modo tenemos:

$$\begin{aligned} X &= \lambda (x \cos \alpha - y \sin \alpha) + T_x \\ Y &= \lambda (x \sin \alpha + y \cos \alpha) + T_y \end{aligned}$$

Que en forma matricial se expresa como:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = \lambda \begin{bmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} T_x \\ T_y \end{bmatrix}$$

La relación anterior también se puede expresar de la siguiente manera:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} T_x \\ T_y \end{bmatrix}$$

Donde a , b , T_x y T_y son los parámetros de la transformación a calcular. Si se conocen los parámetros a y b pueden conocerse tanto el giro como el factor de escala ($a = \lambda \cos \alpha$, $b = \lambda \sin \alpha$).

- **TPS (Thin Plate Spline):** método de georreferenciación más moderno, introduce deformaciones locales en los datos. Esta transformación es útil cuando se georreferencian originales de muy baja calidad.

Es una herramienta matemática convencional para interpolar superficies, en un plano 2D, entre puntos dispersos, transforma los puntos de control de origen exactamente en los puntos de control objetivo y optimiza la precisión local opuesta a la precisión global.

Bookstein en 1989 mostró como TPS se puede usar para modelar y visualizar deformaciones. Una propiedad importante es que proporciona una descomposición ortogonal. Se puede descomponer en componentes independientes local y global (análogos a la regresión):

- **Componente global:** Afín y uniforme.
 - Función lineal simple.
 - El mejor se aproxima a la deformación general.
- **Componente local:** no afín y no uniforme
 - Describe los ajustes residuales no lineales localizados.
 - Fuerza posiciones históricas en dos formas para que coincidan exactamente.

Las transformaciones afines (uniformes) actúan globalmente en todas las partes de la forma. Tiene 6 transformaciones afines, según se muestran en la figura 6.9:

- Cuatro formas conservadas: translación (A, B), escala (C) y rotación (D).
- Dos formas de cambio: compresión/dilatación en una dirección (E) y cizalladura (F).

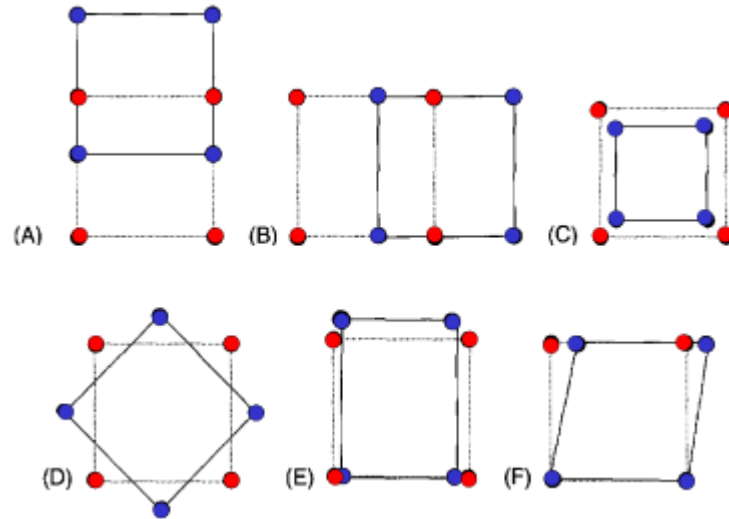


Figura 6.9 Ejemplo de las 6 transformaciones afines

Los polinomios mantienen su continuidad y suavizan la transición en la superficie a georreferenciar. Es un método que genera errores extremadamente bajos ya que la transformación ajusta con la mayor exactitud la posición del pixel con la posición de los PCT, esto hace que se optimice la exactitud local pero no la global. Esta transformación se utiliza cuando se necesita mantener la exactitud de los PCT en la imagen georreferenciada. Se necesitan unos 10 puntos de control, sin embargo, al aumentar el número de ellos se mejora la exactitud de la transformación.

La interpolación de puntos TPS está definida por la siguiente fórmula:

$$f(x, y) = A_1 + A_2x + A_3y + \sum_{i=1}^N w_i r_i^2 \ln r_i^2$$

Los primeros tres términos corresponden a la parte lineal, que define un plano que mejor se adapta a todos los puntos de control (esto puede verse como un ajuste mínimo cuadrado). El último término corresponde a las fuerzas de flexión proporcionadas por n números de puntos de control. Hay un coeficiente w_i para cada punto, y $(r_i^2 \ln r_i^2)$ es la distancia entre el punto P_i y una posición (x, y) .

Para estos 5 proyectos de numeración se han utilizado las transformaciones de Helmert y TPS para poder hacer una comparación del documento tanto con deformación como sin, algunos de estos proyectos encajan bien con la cartografía vigente ya que no contienen un gran volumen de datos, pero en el caso del proyecto de numeración del barrio de Santa Madrona era imprescindible una transformación que deforme el original, dado que con la transformación de Helmert se desvia muchísimo de la cartografía vigente y hace que la superposición de las capas no sea apenas coincidente.

6.7.2. Métodos de remuestreo en QGIS

Aparte de la deformación geográfica, los programas realizan lo que se denomina remuestreo, proceso necesario realizar cada vez que se modifica la geometría de la imagen ráster. El resultado es la modificación de los datos asignados a cada porción del mapa escaneado; esto produce una reducción de la legibilidad y la calidad visual de los archivos. Se recomienda no realizar sucesivas operaciones de remuestreo ya que esto puede degradar la imagen.

La elección de un método u otro depende de los datos de entrada y el objetivo del trabajo. Los métodos de remuestreo que ofrece QGIS son:

- **Vecino más cercano:** No cambia ninguno de los valores de las celdas del *dataset* ráster de entrada. Como los valores de salida permanecen iguales, este método se debería utilizar para datos nominales u ordinales donde cada valor represente un miembro, una clase o clasificación. Es la técnica de remuestreo más rápida. Puede introducir fracturas en el trazado de los rasgos lineales de la imagen (efecto escalera).

Este método asigna a cada celda el nivel digital correspondiente al de la posición más cercana, algebraicamente se puede expresar de la siguiente manera:

$$f(m, n) = \begin{cases} f(x, y) & \Delta x < 0,5 \Delta y < 0,5 \\ f(x + 1, y) & \Delta x \geq 0,5 \Delta y < 0,5 \\ f(x, y + 1) & \Delta x < 0,5 \Delta y \geq 0,5 \\ f(x + 1, y + 1) & \Delta x \geq 0,5 \Delta y \geq 0,5 \end{cases}$$

Donde:

- $f(x, y)$ es el nivel digital de la imagen transformada (número real).
- $f(n, m)$ es el nivel digital de la celda (n, m) en la imagen corregida.

$$m = x + \Delta x \quad 0 \leq \Delta x \leq 1$$

$$n = y + \Delta y \quad 0 \leq \Delta y \leq 1$$

Este procedimiento no altera los niveles digitales de la imagen original, solamente los traslada.

- **Interpolación bilineal:** Utiliza el valor de los cuatro centros de la celda de entrada para determinar el valor del ráster de salida. El nuevo valor de salida es una media ponderada de los 4 valores. El resultado es una superficie de aspecto suavizado que puede obtenerse también utilizando el vecino más cercano.
- **Cúbica:** Determina el nuevo valor de una celda basado en el ajuste de una curva suave a través de los 16 centros de celdas de entrada más próximos y sus valores. Aplica más nitidez a los datos que la interpolación bilineal, por eso se suele utilizar al remuestrear imágenes como fotografías aéreas e imágenes de satélites.

Como resultado de la georreferenciación el documento obtenido podría aparecer con algún efecto borroso o difuminado en comparación con el original. Se pueden escanear los documentos a mayor resolución, reduciendo la degradación de la calidad, ya que, como efecto de las modificaciones geométricas, los textos pueden tener deformaciones que hacen dificultosa su lectura.

En este proyecto se ha utilizado el método de '*Vecino más cercano*', dado que no se desea cambiar las estadísticas de las imágenes, a pesar de que se puede perder nitidez en éstas.

4. Tabla que contiene: nº de puntos de control, coordenadas de cada PCT, residuos (diferencia de ubicación entre la imagen de referencia y la imagen rectificada en píxeles) y el error medio de transformación.

6.9. Tamaño del píxel

Desde la herramienta “Medir” de QGIS se puede determinar la medida del píxel (en metros), de este modo, con los datos que se han obtenido del informe generado, se conoce el error medio de cada imagen en metros, lo que facilita la interpretación de éste.

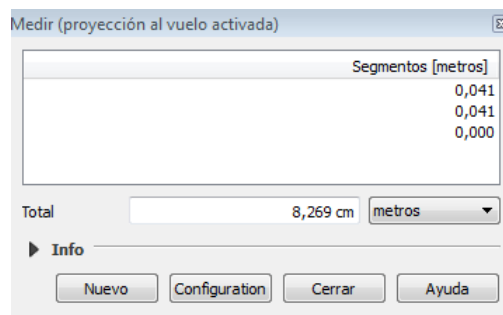


Figura 6.11 Captura de cómo QGIS muestra las medidas en pantalla

Proyecto de Numeración	Medida del píxel
Proyecto de numeración de Pantà de Tremp	Los píxeles en este PN tienen una dimensión de 0,041 x 0,041 m.
Proyecto de numeración de la Via Laietana	Los píxeles de este PN tienen una dimensión de 0,084 x 0,084 m.
Proyecto de Numeración de Can Tunis	Los píxeles de este PN tienen una dimensión de 0,079 x 0,079 m.
Proyecto de Numeración del Barrio de Santa Madrona	Los píxeles de este PN tienen una dimensión de 0,089 x 0,089 m.
Proyecto de Numeración de las calles de Llobera, Rodrigo Caro y Ojeda	Los píxeles de este PN tienen una dimensión de 0,042 x 0,042 m.

Tabla 6.6 Tamaño de los píxeles de cada proyecto de Numeración

6.10. Interpretación del error medio cuadrático (RMS)

Cuando la fórmula general se deriva y se aplica al punto de control, se devuelve una medida del error (el error residual), el error total es el resultado de la composición cuadrática media de todos los errores residuales. Este valor describe el grado de coherencia de la transformación entre los distintos puntos de control (vínculos).

El error medio cuadrático se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$RMS = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [(u_i - X_i)^2 + (v_i - Y_i)^2]}{n}}$$

Donde:

- (X_i, Y_i) son las coordenadas reales de los puntos de control.
- (u_i, v_i) son las coordenadas estimadas para los puntos de control mediante la aplicación de las funciones de ajuste.
- n es el número de los puntos de control utilizados.

Cada punto de control tiene su propio error cuadrático (EC):

$$EC = \sqrt{(X' - X)^2 + (Y' - Y)^2}$$

Esto permite determinar si hay algún punto erróneo que se necesite eliminar. Si encontramos un error considerablemente alto, se pueden tanto añadir como eliminar puntos de control con la finalidad de ajustarlo.

Aunque el error RMS evalúa la precisión de la transformación, no se puede confundir un error RMS bajo con un registro preciso, ya que la transformación todavía puede contener errores considerables debido a un punto de control mal introducido. Cuantos más puntos de control de calidad equivalente se utilicen, más preciso será el polinomio a la hora de convertir los datos de entrada en coordenadas de salida.

El error máximo tolerable se relaciona con la escala de producción de los datos y el límite de percepción visual del ojo humano (estandarizado a 0,2 mm). Por eso la precisión requerida debe equivaler a la dimensión espacial en la realidad (expresada en metros) que tenga el objeto representado en la cartografía a escala con una dimensión \leq a 0,2 mm.

Error máximo Tolerable = 0,2 mm · Denominador de escala

Establecemos un intervalo de confianza de 2,5. Para calcular si los residuos de los puntos de control son aceptables, se multiplica este intervalo de confianza por el error medio en metros, si no hay ningún punto de control con un error mayor a este resultado, se consideran que los errores son tolerables.

QGIS genera un informe con las coordenadas de cada punto de control, los residuos tanto en X como en Y, y el error final en píxeles de cada punto. Como ya se conoce la medida de cada píxel en los distintos proyectos de numeración, se puede determinar el error en metros.

Tablas de errores de los Puntos de Control del Proyecto de numeración de Pantà de Tremp

Nº Punto de Control	Error (Píxeles)	Error (metros)
0	7,183	0,295
1	5,203	0,213
2	9,815	0,402
3	9,451	0,388
4	18,285	0,749
5	18,401	0,754
6	26,996	1,107
7	4,055	0,166
8	12,443	0,510
9	12,618	0,517
10	9,229	0,378
11	30,599	1,255
12	10,018	0,411

Tabla 6.7 Errores de los puntos de control de Pantà de Tremp con la transformación de Helmert

Error medio en píxeles: 17

Error medio en metros: 0,69

- Valor estándar = $2,5 \cdot 0,69 = 1,725$ m

Como podemos observar en la tabla 6.7, para este proyecto de numeración no hay ningún punto con un error por encima de 1,725 metros, por lo tanto, se consideran puntos de control aceptables.

Nº Punto de Control	Error (Píxeles)	Error (metros)
0	2 E-05	8,922E-07
1	2 E-05	8,925E-07
2	2 E-05	8,923E-07
3	2 E-05	8,927E-07
4	2 E-05	8,924E-07
5	2 E-05	8,924E-07
6	2 E-05	8,926E-07
7	2 E-05	8,921E-07
8	2 E-05	8,927E-07
9	2 E-05	8,925E-07
10	2 E-05	8,924E-07
11	2 E-05	8,922E-07
12	2 E-05	8,922E-07

Tabla 6.8 Errores de los puntos de control de Pantà de Tremp con la transformación TPS

Esta tabla muestra los errores según la transformación Thin Plate Spline, como se trata de un ajuste local, el residuo tiene un valor cero, el error que muestra la tabla es el error matemático. Por este motivo se han eliminado las tablas de los errores de esta transformación de los otros 4 proyectos de numeración, ya que se consideran como errores nulos.

Tablas de errores de los Puntos de Control del Proyecto de numeración de Can Tunis

Nº Punto de Control	Error (Píxeles)	Error (metros)
0	14,554	1,149
1	18,356	1,450
2	19,311	1,526
3	5,240	0,414
4	61,334	4,845
5	19,056	1,505
6	24,696	1,951

Tabla 6.9 Errores de los puntos de control de Can Tunis con la transformación de Helmert

Error medio en píxeles: 34

Error medio en metros: 2,664

- Valor estándar = $2,5 \cdot 2,664 = 6,7$ m

Como podemos observar en la tabla 6.9, para este proyecto de numeración no hay ningún punto con un error por encima de 6,7 metros, por lo tanto, también se consideran puntos de control aceptables.

Tablas de errores de los Puntos de Control del Proyecto de numeración de la Via Laietana

Nº Punto de Control	Error (Píxeles)	Error (metros)
0	38,307	3,2178
1	13,998	1,1758
2	10,550	0,886
3	0,985	0,083
4	10,402	0,874
5	11,594	0,974
6	13,087	1,099
7	12,749	1,071
8	2,301	0,193
9	9,536	0,801
10	7,360	0,618
11	12,281	1,032
12	30,559	2,567
13	2,2315	0,187
14	26,839	2,255
15	21,616	1,816
16	17,449	1,466
17	17,355	1,458
18	36,328	3,051
19	31,737	2,666
20	54,082	4,543
21	46,760	3,928
22	29,466	2,475
23	27,147	2,280
24	44,435	3,733
25	20,638	1,734
26	15,626	1,313
27	16,801	1,411
28	18,949	1,592
29	16,0031	1,344
30	18,8552	1,584
31	21,8298	1,834

32	8,47499	0,712
33	12,8573	1,080
34	13,485	1,133
35	7,99271	0,671
36	12,3463	1,037
37	6,19574	0,520

Tabla 6.10 Errores de los puntos de control de Via Laietana con la transformación de Helmert

Error medio en píxeles: 23

Error medio en metros: 1,954

- Valor estándar = $2,5 \cdot 1,954 = 4,885$ m

Según muestra la tabla 6.10 no hay ningún punto de control que tenga un error por encima de los 4,885 m, aunque algún punto como el nº 20 con 4,54 m de error se aproxima bastante. Aun así todos entran dentro del margen y se consideran aceptables.

Tablas de errores de los Puntos de Control del Proyecto de numeración de Santa Madrona

Nº Punto de Control	Error (Píxeles)	Error (metros)
0	106,175	9,449
1	88,837	7,906
2	101,854	9,065
3	31,508	2,804
4	19,354	1,723
5	9,8174	0,874
6	42,542	3,786
7	42,274	3,762
8	66,207	5,892
9	78,781	7,012
10	65,399	5,820
11	42,337	3,768
12	28,691	2,553
13	12,866	1,145
14	15,758	1,402
15	79,016	7,032
16	56,180	5,000
17	91,688	8,160
18	90,495	8,054
19	162,367	14,450
20	59,225	5,271
21	59,193	5,268
22	58,189	5,179
23	116,725	10,389

24	105,731	9,410
25	98,965	8,808
26	97,710	8,696
27	60,752	5,407
28	80,819	7,193
29	56,387	5,018
30	107,679	9,583
31	103,943	9,251
32	110,067	9,796
33	103,803	9,238

Tabla 6.11 Errores de los puntos de control de Santa Madrona con la transformación de Helmert

Error medio en píxeles: 82

Error medio en metros: 7,347

- Valor estándar = $2,5 \cdot 7,347 = 18,368$ m

Según muestra la tabla 6.11 no hay ningún punto de control que tenga un error por encima de los 18,368 m, aunque sí que se puede observar que hay errores muy altos en comparación con los errores de los puntos de control de las otras tablas, esto es debido a que este es el plano con mayor tamaño y mayor cantidad de elementos, que han podido ir acumulando errores desde la toma de datos en campo hasta la georreferenciación, pasando por los procesos de dibujo a mano, plegado de los planos, digitalización, escaneo, etc.

Tablas de errores de los Puntos de Control del Proyecto de numeración de las calles Llobera, Rodrigo Caro y Ojeda

Nº Punto de Control	Error (Píxeles)	Error (metros)
0	7,651	0,321
1	10,438	0,438
2	32,183	1,352
3	25,938	1,089
4	59,405	2,495
5	53,174	2,233
6	29,221	1,227
7	28,458	1,195
8	15,779	0,663
9	17,902	0,752

10	20,633	0,867
11	11,998	0,504
12	11,824	0,497
13	11,284	0,474
14	21,208	0,891
15	29,469	1,238

Tabla 6.12 Errores de los puntos de control de calle Ojeda, Rodrigo Caro y Llovera con la transformación de Helmert

Error medio en píxeles: 30

Error medio en metros: 1,261

- Valor estándar = $2,5 \cdot 1,261 = 3,153$ m

Igual que en los casos anteriores, ningún punto de control de los que se muestran en la tabla 6.12 supera el valor estándar de 3,153 m, se consideran también puntos de control válidos.

6.11. Comparación de los errores de las transformaciones

Para muchos proyectos GIS, el valor de la información histórica en planos en formato papel compensa el error residual en su versión georreferenciada. Lamentablemente la precisión de muchos de los planos no está documentada, los estándares de precisión generalmente explican el error de tolerancia en un mapa.

Se han establecido las tolerancias, que se muestran en la tabla 6.13, en la georreferenciación de los cinco proyectos de numeración, ha sido una tolerancia aceptada por los técnicos del *Institut Municipal d'Informàtica*.

Proyecto de numeración	Escala	Tolerancia aceptada
Pantano de Tremp	1 / 500	1 metro
Via Laietana	1 / 1000	2 metros
Can Tunis	1 / 1000	2 metros
Santa Madrona	1 / 1000	2 metros
Calles Llovera, Ojeda y Rodrigo Caro	1 / 500	1 metro

Tabla 6.13 Escalas y tolerancias establecidas de cada proyecto

Para el proyecto de numeración de la calle Pantà de Tremp se ha obtenido una media de 17 píxeles de error, el error medio en metros es de 0,69. Este plano está a una escala de 1/500 por lo tanto la tolerancia establecida es de 1 metro, esto indica que la media de los errores de georreferenciación para este proyecto entran en tolerancia. Obteniendo un resultado aceptable para la transformación de Helmert.

Para el proyecto de numeración de Can Tunis se ha obtenido una media de 34 píxeles de error, lo que implica un error medio de 2,66 metros. La tolerancia establecida para este plano a escala 1/1000 ha sido de 2 metros. En este caso se puede observar que este proyecto tiene un error medio en metros superior a la tolerancia establecida. Dado que es una zona que ha sido totalmente inestable a lo largo del tiempo y ha sufrido unos cambios bastante considerables, se ha encajado el proyecto de la manera más precisa posible con la transformación de Helmert, dado que apenas había puntos de control fiables en los que apoyarse con la cartografía actual. Por este motivo, se ha aceptado el error obtenido y se considera aceptable la georreferenciación obtenida mediante la transformación de Helmert.

Para el proyecto de numeración de la Via Laietana se ha obtenido una media de 23 píxeles de error, que en metros suponen 1,95. Al igual que el proyecto de Can Tunis, es un proyecto que está hecho a escala 1/1000 y se le ha establecido una tolerancia de 2 metros. El error medio en metros está rozando la tolerancia, pero entra dentro de ella. Se consideran válidos los valores de georreferenciación obtenidos con la transformación de Helmert.

Para el proyecto de numeración de las calles Llobera, Ojeda y Rodrigo Caro se ha obtenido 30 píxeles de error, lo cual es un error medio de 1,26 metros. Es un plano dibujado a escala 1/500 al cual se le ha establecido una tolerancia de 1 metro. El error medio supera mínimamente la tolerancia establecida, la diferencia es muy pequeña, y ya que tampoco se busca una georreferenciación con precisión muy elevada en función del uso que se le dará a estos proyectos de numeración, consideramos buenos los resultados con la transformación de Helmert.

Es un caso diferente el del proyecto de numeración del barrio de Santa Madrona, el error medio en píxeles es de 83, y en metros es un error medio de 7,35. Es un plano al que se le ha asignado una tolerancia de 2 metros, ya que al igual que algunos de los anteriores, tiene una escala de 1/1000. Se observa que el error medio mediante la

transformación de Helmert está bastante por encima de la tolerancia establecida. Como se ha comentado en apartados anteriores, este proyecto de numeración contiene una gran cantidad de datos, y mediante los procesos que ha sufrido desde su creación hasta la georreferenciación, ha ido acumulando errores.

Cabe destacar que estamos tratando con planos de unos 100 años de antigüedad, los cuales desconocemos las precisiones utilizadas tanto a la hora de tomar datos en campo como a la hora de dibujarlos a mano. Para planos de este gran volumen de datos se tiene que utilizar otro tipo de transformaciones las cuales impliquen una mínima deformación que pueda ajustar el plano histórico con la cartografía vigente del lugar. En el caso de este proyecto aceptamos la georreferenciación obtenida mediante la transformación de Thin Plate Spline, ya que las pequeñas deformaciones que va añadiendo gracias a los puntos de control establecidos, hace que la superposición de las dos capas sea coincidente. La georreferenciación con la transformación de Helmert no se considera aceptable por el error comentado anteriormente.

Los errores obtenidos mediante la Transformación Thin Plate Spline de todos los proyectos de numeración son de valor cero. Debido a que es un tipo de transformación que aplica una suave deformación para ajustar los puntos de control con las coordenadas dadas. A este tipo de error hay que dedicarle mucha atención, ya que si un punto de control no está bien georreferenciado puede distorsionar y deformar de manera considerable el plano origen, obteniendo así una mala georreferenciación.

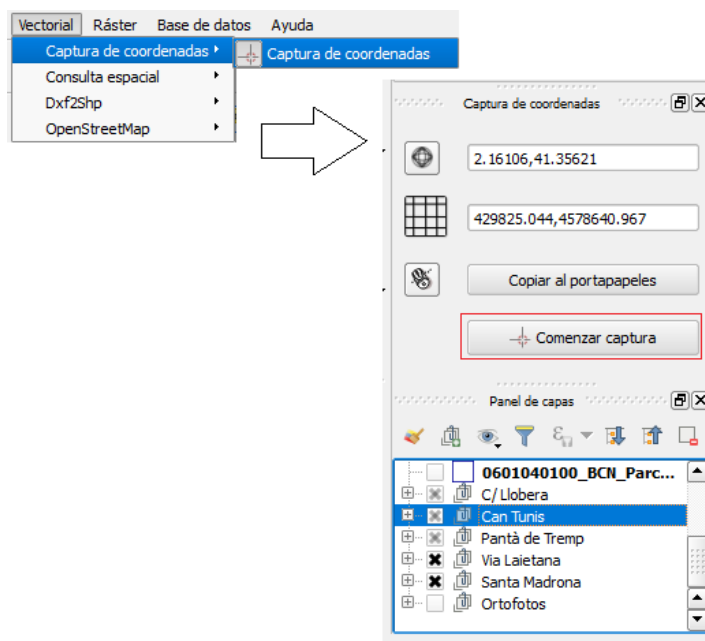


Figura 7.2 Captura de pantalla de la ventana 'Captura de coordenadas' de QGIS

8. Importación del registro digital XLS a QGIS

Para poder acceder al registro de los datos creados en el Excel desde QGIS primero se ha exportado los datos de Excel a un archivo delimitado por tabuladores o valores separados por comas (archivo .csv).

Desde el archivo XLS vamos al menú y accedemos a la opción exportar, escogemos la opción .csv y guardamos. Una vez los datos han sido exportados podemos consultar el contenido utilizando un editor de texto como el bloc de notas.

QGIS da la opción de añadir una capa de texto delimitado, solo hay que rellenar los campos necesarios en la pantalla que muestra este *software*, se rellenan campos como el tipo de archivo del que se trata, el tipo de separación de columna, las opciones de registro, etc.

Nombre de archivo: G:/TFG/REGISTRO XLS/Registre Projectes Numeració Digitalitzats (LORENA)2.csv

Nombre de la capa: Registre Projectes Numeració Digitalitzats (LORENA)2

Codificación: UTF-8

Formato de archivo: ☐ CSV (valores separados por coma) ☒ Delimitadores personalizados ☐ Delimitador de expresión regular

☐ Coma ☒ Tabulador ☐ Espacio ☐ Dos puntos ☒ Punto y coma

Otros delimitadores: Comilla " Escape "

Opciones de registro: Número de líneas de encabezamiento a descartar: 0 ☒ El primer registro tiene los nombres de campo

Opciones de campo: ☐ Recortar campos ☐ Descartar campos vacíos ☐ El separador decimal es la coma

Definición de geometría: ☒ Coordenadas del punto ☐ Texto bien conocido (WKT) ☐ Ninguna geometría (tabla solo de atributos)

Coordenada X: Coordenada Y: ☐ Coordenadas GMS

Configuración de la capa: ☒ Usar índice espacial ☐ Usar índice de subconjuntos ☐ Vigilar archivo

ID	ID_PN	ID_DOC	ESTAT	DATA_APROV	DESCRIPCIO	OBSERVACIO	GEOREFERENCIAT	ORACLE_PN	CAPTURA
1	#REF!	023	004	VIGENTE	15/04/1905	PROYECTO DE NUMERACION DEL BARRIO SANTA MADRONA	SI		
2	#REF!	092	002	VIGENTE	09/08/1922	PROYECTO DE NUMERACION DE LA VIA LAYETANA	SI		
3	#REF!	038	001	ANULADO	27/06/1917	PROYECTO DE NUMERACION DEL PASEO "CASA ANTUNEZ"	APROBADO 07/06/1918	SI	
4	023004	359	001	VIGENTE	01/01/1951	PROYECTO DE NUMERACION DE LA CALLE PANTANO DE TREMP	APROBADO 29/11/1951	SI	
5	092002	056	001	VIGENTE	25/02/1963	PROYECTO DE NUMERACION DE LA CALLE LLOBERA	APROBADO 30/05/1963	SI	
6	038001								

Se deben seleccionar los nombres de los campo X e Y

Aceptar Cancelar Ayuda

Figura 8.1 Captura de los campos a rellenar para importar el XLS desde QGIS

Se han importado las tres hojas creadas en Excel, tanto la del registro de cada proyecto de numeración, la del registro de las calles de cada uno de ellos y la hoja de topónimos.

El siguiente paso ha sido enlazar las tablas creadas mediante un campo en común: ID_PN. Se puede unir una tabla con otra desde las propiedades de cada tabla, yendo al apartado 'Uniones' y añadiendo una unión vectorial.

Propiedades de la capa - TABLA toponimos | Uniones

Unir capa: Poligonos_PN

Unir campo: abc ID_PN

Campo objetivo:

☒ Cachear capa de unión en memoria virtual

☐ Crear índice de atributos en el campo unión

☒ Elja qué campos se unen

- ☐ ID_PN
- ☒ TABLA PN_ESTAT
- ☒ TABLA PN_DATA_APROV
- ☒ TABLA PN_DESCRIPCIO
- ☒ TABLA PN_OBSERVACIO
- ☒ TABLA PN_GEOREFEREN
- ☒ TABLA PN_ORACLE_PN

☐ Prefijo de nombre de campo personalizado: Poligonos_PN_

Aceptar Cancelar

Estilo: Aceptar Cancelar Aplicar Ayuda

Figura 8.2 Captura de la unión de campos de las tablas importadas

TABLA toponimos :: Objetos totales: 27, filtrados: 27, seleccionados: 1

ID_DOC	DESCRIPCIO	X_METROS	Y_METROS	ID_PN
004	Teatro Condal	430131.039999999...	4580676.478000...	023
004	Fábrica nº 42	429800.569000000...	4580517.024000...	023
004	Cinematógrafo del siglo XX	430356.570999999...	4580681.889999...	023
004	Casa rectoral	430137.108000000...	4580660.827999...	023
004	Convento nº 34	430091.254000000...	4580612.112999...	023
004	Café del teatro	430150.977000000...	4580684.231999...	023
004	Fábrica nº 12	429962.587999999...	4580394.777999...	023
004	Convento de las Monjas Franciscanas	429911.521000000...	4580408.845999...	023
004	Fábrica nº 10	429890.315000000...	4580631.625000...	023
001	C. De Lagasca	429684.753000000...	4578176.263000...	038
001	Huerto de la Paloma	429728.433000000...	4578413.907999...	038
001	Astilleros Cardona (cuadras)	429797.270000000...	4578432.561999...	038
002	Caja de pensiones	430943.228999999...	4582135.218000...	092
002	Iglesia de S. Francisco de Paula	431035.867000000...	4582100.064000...	092
002	Casa gremial dels velers	431020.190000000...	4582052.399000...	092
002	C. De Montesión	431020.982000000...	4581961.661000...	092
002	C. Del Sac	431074.347000000...	4581868.389999...	092
002	C. De Joaquín Costa	431269.756999999...	4581815.657999...	092
002	Bajada de la Cárcel	431274.825000000...	4581682.322999...	092
002	C. De Martir Batisti	431450.597999999...	4581625.632000...	092
002	C. De Mar y Cel	431567.939000000...	4581528.401999...	092
002	Casa de correos y telégrafos	431519.324000000...	4581456.984000...	092
002	C. De Campmany	431622.255000000...	4581485.013000...	092

Mostrar todos los objetos espaciales

Figura 8.3 Tabla final de los topónimos capturados

TABLA CALLES :: Objetos totales: 103, filtrados: 103, seleccionados: 0

ID_PN	ID_DOC	NOM_CALLE	OBSERVACIO	X_metros	Y_metros	N_TOPONIMIA_1000_TEXT_NC	IMIA_1000_TEX	
1	359	001	C. DE LOS PLATANOS	NO EXISTE ACTUALMENTE	429071.5140000...	4586440.7350...	NULL	
2	092	002	C. DEL SAC	NO EXISTE ACTUALMENTE	431074.3470000...	4581868.3899...	NULL	
3	092	002	C. CAMPANY	NO EXISTE ACTUALMENTE	431622.2550000...	4581485.0130...	NULL	
4	038	001	C. LAGASCA	NO EXISTE ACTUALMENTE	429659.2949999...	4578185.2560...	NULL	
5	023	004	C. SOMATEN	NO EXISTE ACTUALMENTE	429735.4720000...	4580335.3410...	NULL	
6	092	002	C. RAMON MAS	Antiguamente llamada San Francisco	430992.4780000...	4582100.0640...	Estret 1	
7	359	001	C. JADRAQUE	Antiguamente llamada Puig y Castellar	429405.0599999...	4586299.4490...	Carrer de Jadraque	Estret
8	092	002	C. JULIA PORTET	Antiguamente llamada Montesiñ	431021.9319999...	4581960.7110...	Carrer de JuliÀ Portet	Estret
9	092	002	C. SALVADOR AULET	Antiguamente llamada Mejia Lequeriga	431423.0449999...	4581579.2340...	C Salvador Aulet	Estret 2
10	092	002	C. MANRESA	Antiguamente llamada Martir i Batisti	431450.5979999...	4581625.6320...	C. Manresa	Estret
11	092	002	C. AGULLERS	Antiguamente llamada Mar y Cel	431567.9390000...	4581528.4019...	NULL	NULL
12	092	002	C. DEL PARE GALLIFA	Antiguamente llamada Joaquin Costa	431269.7569999...	4581815.6579...	Carrer del Pare Gallifa	Estret 2
13	092	002	AV. DE LA CATEDRAL	Antiguamente llamada GRAN VIA C.	431133.8890000...	4581839.7280...	NULL	NULL
14	023	004	AV. DEL PARAL·LEL	Antiguamente llamada C. Del Marquès del Duero	430112.7079999...	4580722.6310...	Avinguda del Paral·lel	Molt Ample
15	023	004	C. NOU DE LA RAMBLA	Antiguamente llamada C. Del conde del asalto	430319.3549999...	4580371.7470...	NULL	NULL
16	092	002	C. SOTS-TINENT NAVARRO	Antiguamente llamada C. De la muralla	431379.9720000...	4581611.5389...	C Sots-tinent Navarr	Estret 1
17	092	002	BAIXADA DE LA LLIBRETERIA	Antiguamente llamada B. De la cárcel	431274.8250000...	4581682.3229...	Baixada de la Llibreteria	Estret 1
18	092	002	C. JOAN MASSANA	Antiguamente llamada Angel Baixeras	431526.2920000...	4581548.0379...	C. Joan Massana	Estret 2
19	092	002	C. DEL DOCTOR JOAQUIM P...	Antiguamente llamada Adolfo Max	431082.1070000...	4581895.9440...	Carrer del Doctor Joaquim Pou	Estret
20	038	001	RONDA LITORAL	Antiguamente Ferrocarril de bcn a Villanueva	429825.0439999...	4578640.9670...	Ronda del Litoral	Molt Ample
21	023	004	C. DE ROSER	Antiguamente C. Rosal	430236.8350000...	4580386.6560...	Carrer del Roser	Estret
22	092	002	C. DE LA NAU	Antes llamada C. Del mistic	431488.4450000...	4581609.4800...	Carrer de la Nau	Estret 1
23	092	002	C. BILBAO	ahora llamada VIA LAIETANA	430899.5239999...	4582148.5199...	NULL	NULL
24	359	001	PASSATGE DE LUGO		429488.6890000...	4586194.4819...	Passatge de Lugo	Estret

Mostrar todos los objetos espaciales

Figura 8.4 Tabla final del registro de las calles

TABLA PN :: Objetos totales: 5, filtrados: 5, seleccionados: 0

ID_PN	ID_DOC	ESTAT	DATA_APROV	DESCRIPCIO	OBSERVACIO	GEOREFEREN	ORACLE_PN	CAPTURA_TO	X_metros	Y_metros
1	023	004	VIGENTE	15/04/1905	PROYECTO DE N...	SI	NO	SI	430032.2679999...	4580511.996000...
2	092	002	VIGENTE	09/08/1922	PROYECTO DE N...	SI	NO	SI	431161.2839999...	4581870.765999...
3	038	001	ANULADO	27/06/1917	PROYECTO DE N...	APROBADO 07/0...	NO	SI	429782.1630000...	4578455.748999...
4	359	001	VIGENTE	01/01/1951	PROYECTO DE N...	APROBADO 29/1...	NO	SI	429288.3780000...	4586363.274000...
5	056	001	VIGENTE	25/02/1963	PROYECTO DE N...	APROBADO 30/0...	NO	NO	431030.0769999...	4588925.343000...

Mostrar todos los objetos espaciales.

Figura 8.5 Tabla final del registro de los 5 proyectos de numeración

Administrador de BBDD

Base de datos

Tree

- GeoPac...
- Oracle
- PostGIS
- SpatialLite
- Virtual Layers
 - QGIS layers

TABLA PN

Información general

Tipo de relación: Tabla
Filas: 5

Virtual Layers

Columna: geometry
Geometría: POINT
Dimensión: XY
Ref. espacial: ETRS89 / UTM zone 31N (25831)
Extensión: 429288.37800, 4578455.74900 - 431161.28400, 4588925.34300

Campos

#	Nombre	Tipo	Nulo	Predeterminado
0	ESTAT	String	Y	
1	DATA_APROV	String	Y	
2	DESCRIPCIO	String	Y	
3	OBSERVACIO	String	Y	
4	GEOREFEREN	String	Y	
5	ORACLE_PN	String	Y	
6	CAPTURA_TO	String	Y	
7	X_metros	Real	Y	
8	Y_metros	Real	Y	
9	ID_PN	String	Y	
10	ID_DOC	String	Y	
11	geometry	geometry	Y	

Administrador de BBDD

Base de datos

Tree

- GeoPackage
- Oracle Spatial
- PostGIS
- SpatialLite
- Virtual Layers
 - QGIS layers

TABLA CALLES

Información general

Tipo de relación: Tabla
Filas: 103

Virtual Layers

Columna: geometry
Geometría: POINT
Dimensión: XY
Ref. espacial: ETRS89 / UTM zone 31N (25831)
Extensión: 429071.51400, 4578110.56900 - 431660.57700, 4589000.22000

Campos

#	Nombre	Tipo	Nulo	Predeterminado
0	CODIGO_CAL	Integer64	Y	
1	NOM_CALLE	String	Y	
2	OBSERVACIO	String	Y	
3	X_metros	Real	Y	
4	Y_metros	Real	Y	
5	COD_CALLES	String	Y	
6	ID_PN	String	Y	
7	ID_DOC	String	Y	
8	geometry	geometry	Y	

Administrador de BBDD

Base de datos

Tree

- GeoPackage
- Oracle Spatial
- PostGIS
- SpatialLite
- Virtual Layers
 - QGIS layers

TABLA toponimos

Información general

Tipo de relación: Tabla
Filas: 27

Virtual Layers

Columna: geometry
Geometría: POINT
Dimensión: XY
Ref. espacial: ETRS89 / UTM zone 31N (25831)
Extensión: 429071.51400, 4578176.26300 - 431636.03200, 4586440.73500

Campos

#	Nombre	Tipo	Nulo	Predeterminado
0	DESCRIPCIO	String	Y	
1	X_METROS	Real	Y	
2	Y_METROS	Real	Y	
3	ID_PN	String	Y	
4	ID_DOC	String	Y	
5	geometry	geometry	Y	

Figura 8.6 Información general de las tablas de las BBDD creadas

9. Conclusiones

Todo el proceso que se ha utilizado para digitalizar cada proyecto y georreferenciarlo supone un gran consumo de tiempo y la necesidad de tener a un técnico especializado. Se ha asumido que el tiempo empleado para todas las fases es aceptable, ya que una vez finalizados los pasos, ya se pueden hacer múltiples consultas a los planos desde diferentes servidores y por varios usuarios simultáneamente, sin la necesidad de ir a los documentos archivados y buscar el que se necesita.

Se ha escaneado a una resolución óptima de 600 puntos por pulgada, lo que ayuda a interpretar con facilidad los elementos que se encuentran en cada proyecto de numeración, también asumimos que el tamaño del fichero resultante es adecuado para los servidores en los que se manejarán estos planos.

Con los conocimientos obtenidos en los pasos anteriores, se ha obtenido también un criterio para fijar la tolerancia para los errores de georreferenciación según la transformación de Helmert, en función del uso que se le dará al proyecto de numeración digitalizado y en función de lo estable que haya sido la zona a lo largo del tiempo.

Gracias a la creación de la base de datos en el *software* utilizado se pueden hacer consultas simultáneas sobre los elementos de los planos: como las calles, los códigos establecidos para cada calle e incluso de los topónimos creados; como calles que han desaparecido a lo largo del tiempo, antiguas fábricas, etc.

Bibliografía

Chías Navarro, P.; Balboa, T. *Las vías de comunicación en la cartografía histórica de la cueva del Duero: construcción del territorio y paisaje*. Madrid, 2008. Disponible en: <http://hisagua.cedex.es/sites/default/files/cartografia_historica_cuenca_duero.pdf>.

Dávila, F. J. et al. (2014). Digitalización y difusión de cartografía en el servicio de documentación del Instituto Geográfico Nacional (IGN). *Revista digital de geografía, cartografía i ciències de la terra*. Vol. XIX, no. 50.

Fernández, I. A. (2001). *Localizaciones geográficas. Las coordenadas geográficas y la proyección UTM*. Universidad de Valladolid. Disponible en: <<http://www.cartesia.org/data/apuntes/cartografia/cartografia-utm.pdf>>.

Hermosin, R. (2011). *La cartografía como patrimonio documental: características de los distintos soportes sobre los que se reproducen planos y esferas*. Instituto andaluz del patrimonio histórico. Disponible en: <<http://www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/viewFile/3098/3098>>.

Latre, M. Á. (2017). *Los mapas históricos como concepto*. [apunte de blog] a: geoslab [en línea]. Disponible en: <<http://www.geoslab.com/es/blog/los-mapas-historicos-como-concepto>>.

Martín, Á. *Sistema y marco de referencia terrestre. Sistemas de coordenadas*. Universidad Politécnica de Valencia, 2010. Disponible en: <<http://www.upv.es/unigeo/index/docencia/etsigt/astronomia/teoria/astronomia210.pdf>>.

Martínez, D.; Javier, F.; Camacho, E. *Georreferenciación de documentos cartográficos para la gestión de archivos y cartotecas. Propuesta Metodológica*. Santander, 2012. Disponible en : <<http://www.ign.es/web/resources/docs/IGNCnig/CTC-Ibercarto-V-Georreferenciacion.pdf>>.

Moreno Jimenez, A. *Sistemas y análisis de la información geográfica. Manual de autoaprendizaje con ArcGIS*. 2ª ed. RA-MA. Madrid, 2008. ISBN 978-84-7897-838-0.

Olaya, V. *Sistemas de Información Geográfica*. CreateSpace Independent Publishing Platform. CC, 2012. ISBN 978-1530295944.

Solanas, J. Tratamiento de cartografía histórica para el análisis de la forma urbana en sistemas de información geográfica. *Revista bibliográfica de geografía y ciencias sociales*. Universidad de Barcelona: enero 2018, vol. XXIII, no. 1225. ISSN 1138-9796.

Agradecimientos

En primer lugar, agradecer los consejos de cómo enfocar las diferentes partes del proyecto, la ayuda, los ánimos, el interés y el soporte a Esther Pulido, tutora del proyecto en el *Institut Municipal d'Informàtica*. Agradecer también a Enrique, compañero del IMI, por guiarme y ayudarme durante las diferentes fases del proyecto. En general, agradecer a todas las personas de esta empresa que en algún momento del proyecto me han proporcionado su ayuda y soporte.

Agradecer también a Mercedes Sanz, tutora del proyecto en la EPSEB, por aconsejarme con pautas que han sido fundamentales para realizar este proyecto, así también, agradecer a todo el profesorado del grado en geomática y topografía por la ayuda y los conocimientos obtenidos durante los años de carrera.

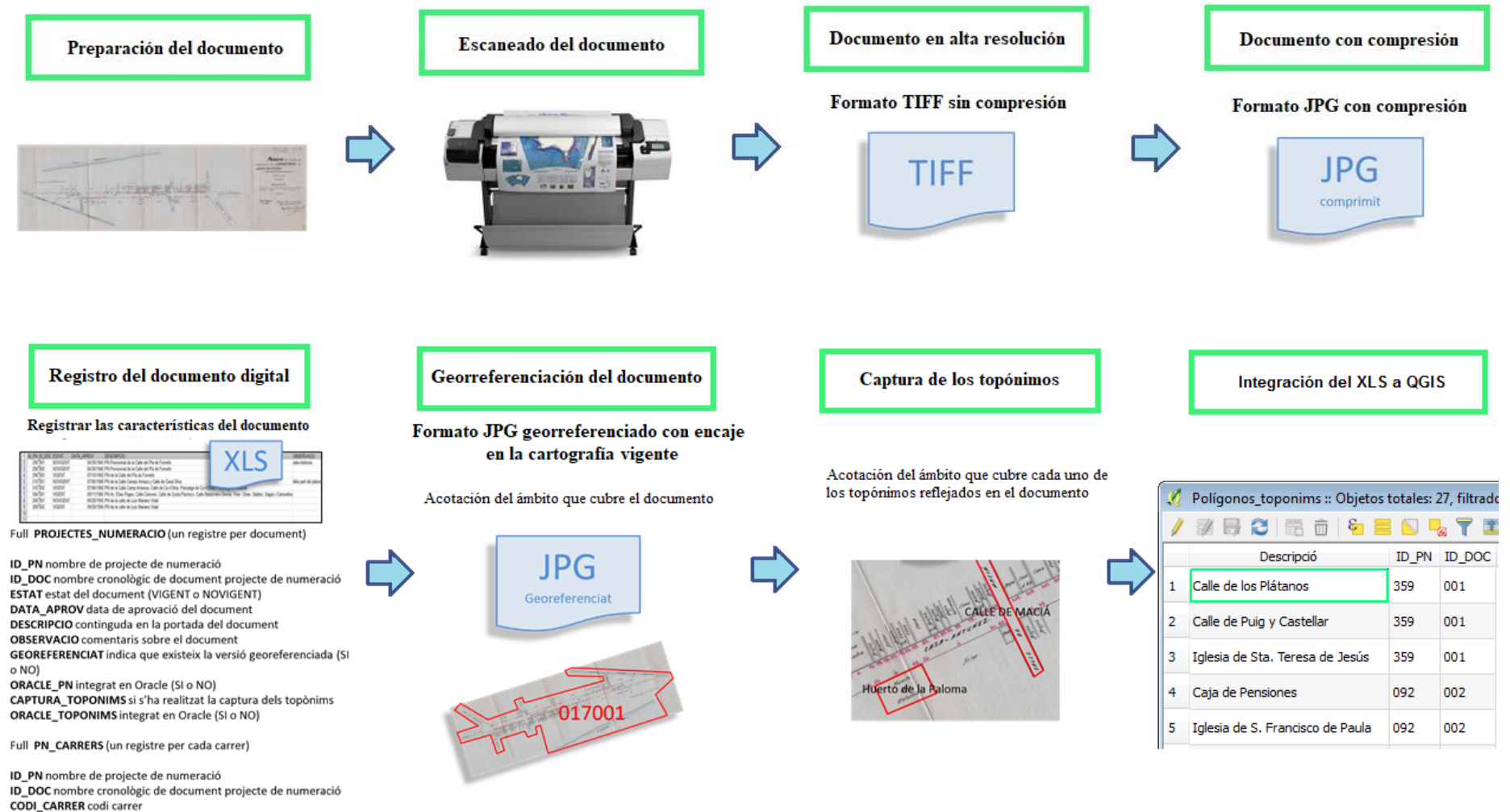
Por último, agradecer a mi familia y amigos por el apoyo que me han dado durante este periodo, a mis padres por enseñarme a ser constante en los estudios, por la ayuda y los empujones que me han dado siempre. Y a David, compañero de clase y amigo, por estar ahí todos los años de carrera, por la paciencia, ayuda y ánimos en momentos de bloqueo.

Gracias a todos.

ANEXOS

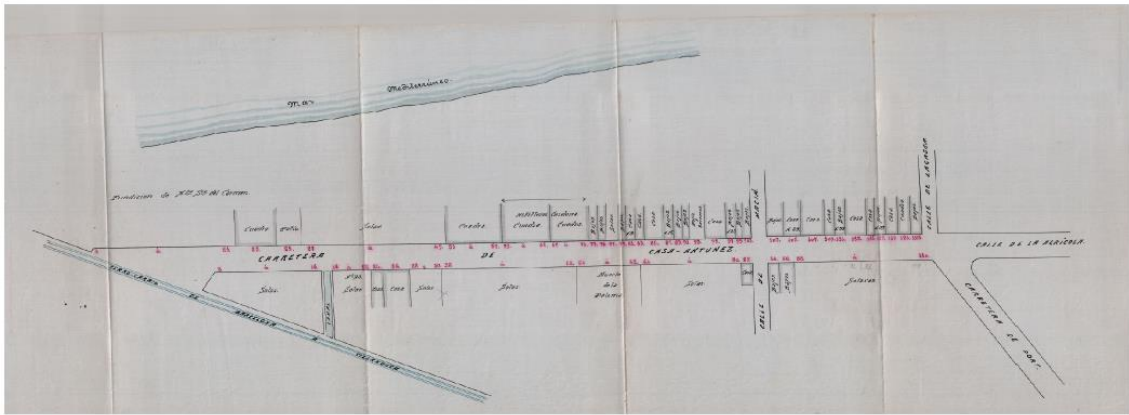
1. DIAGRAMA – Digitalización de los Proyectos de Numeración	1
2. Informes de la georreferenciación de los proyectos de numeración generados por QGIS	2
2.1. Informe según la transformación TPS del PN de Can Tunis	2
2.2. Informe según la transformación de Helmert del PN de Can Tunis	3
2.3. Informe según la transformación TPS del PN de Santa Madrona	4
2.4. Informe según la transformación de Helmert del PN de Santa Madrona	6
2.5. Informe según la transformación TPS del PN de las calles Ojeda, Llobera y Rodrigo Caro	8
2.6. Informe según la transformación de Helmert del PN de las calles Ojeda, Llobera y Rodrigo Caro	9
2.7. Informe según la transformación TPS del PN de Pantà de Tremp	10
2.8. Informe según la transformación de Helmert del PN de Pantà de Tremp	11
2.9. Informe según la transformación TPS del PN de la Via Laietana	12
2.10. Informe según la transformación de Helmert del PN de la Via Laietana	14
3. Mapas generados por QGIS de los puntos de control de los proyectos de numeración	16
3.1. Mapa del PN de Can Tunis	16
3.2. Mapa del PN de la calle Pantà de Tremp	17
3.3. Mapa del PN de la Via Laietana	18
3.4. Mapa del PN del barrio de Santa Madrona	19
3.5. Mapa del PN de las calles Ojeda, Llobera y Rodrigo Caro	20
4. Planos de los proyectos de numeración georreferenciados y solapados con la cartografía actual	21
- Plano del PN de Can Tunis según la transformación de Helmert	
- Plano del PN de Can Tunis según la transformación TPS	
- Plano del PN del barrio de Santa Madrona según la transformación de Helmert	
- Plano del PN del barrio de Santa Madrona según la transformación TPS	
- Plano del PN de las calles Ojeda, Llobera y Rodrigo Caro según la transformación de Helmert	
- Plano del PN de las calles Ojeda, Llobera y Rodrigo Caro según la transformación TPS	
- Plano del PN de la calle Pantà de Tremp según la transformación de Helmert	
- Plano del PN de la calle Pantà de Tremp según la transformación TPS	
- Plano del PN de la Via Laietana según la transformación de Helmert	
- Plano del PN de la Via Laietana según la transformación TPS	

1. DIAGRAMA – Digitalización de los **P**royectos de **N**umeración



2. Informes de la georreferenciación de los proyectos de numeración generados por QGIS

2.1. Informe según la transformación TPS del PN de Can Tunis

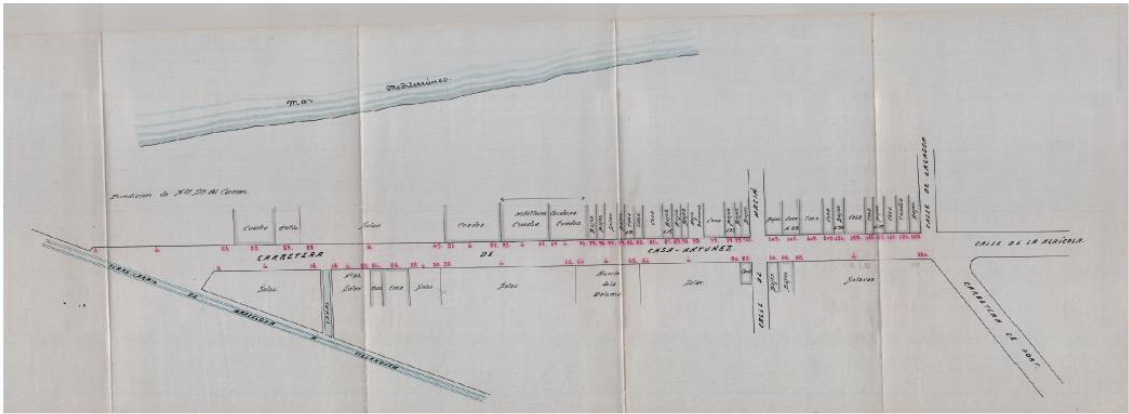


Residuales



ID	Activado	X de píxel	Y de píxel	X de mapa (m)	Y de mapa (m)	dX (píxeles)	dY (píxeles)	Residuo total (píxeles)
0	sí	7014	-2362	429688.444	4578303.689	-2.28753e-05	-8.4173e-06	2.43748e-05
1	sí	6869	-2363	429694.092	4578314.153	-2.28777e-05	-8.41803e-06	2.43773e-05
2	sí	1928	-2449	429875.081	4578662.116	-2.2872e-05	-8.41966e-06	2.43725e-05
3	sí	8431	-2098	429652.332	4578193.411	-2.28762e-05	-8.42078e-06	2.43769e-05
4	sí	8525	-2334	429628.878	4578191.784	-2.28769e-05	-8.41935e-06	2.43770e-05
5	sí	6766	-2364	429697.756	4578321.695	-2.28779e-05	-8.41987e-06	2.43781e-05
6	sí	6878	-2564	429679.549	4578321.915	-2.28771e-05	-8.42310e-06	2.43785e-05

2.2. Informe según la transformación de Helmert del PN de Can Tunis



Parámetros de transformación (Helmert)

Traslación X	Traslación Z	Escala X	Escala Y	Rotación (grados)	Error medio [píxeles]
430121.685	4578705.075	0.0799583	0.0799583	-118.57	33.7205

Residuales

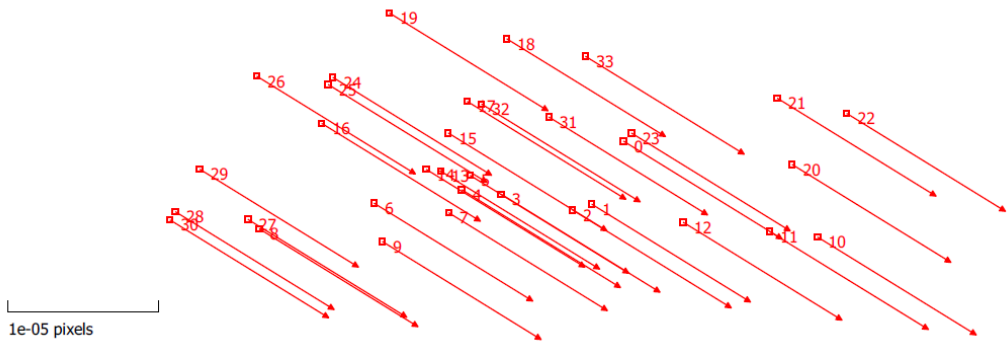


ID	Activado	X de píxel	Y de píxel	X de mapa (m)	Y de mapa (m)	dX (píxeles)	dY (píxeles)	Residuo total (píxeles)
0	sí	7014	-2362	429688.444	4578303.689	-14.0191	-3.91118	14.5544
1	sí	6869	-2363	429694.092	4578314.153	-17.8291	-4.37002	18.3568
2	sí	1928	-2449	429875.081	4578662.116	19.1371	2.58701	19.3111
3	sí	8431	-2098	429652.332	4578193.411	-4.26111	-3.05051	5.24048
4	sí	8525	-2334	429628.878	4578191.784	60.7377	8.53863	61.3349
5	sí	6766	-2364	429697.756	4578321.695	-19.0795	-0.514203	19.0865
6	sí	6878	-2564	429679.549	4578321.915	-24.686	0.720269	24.6965

2.3.Informe según la transformación TPS del PN de Santa Madrona



Residuales

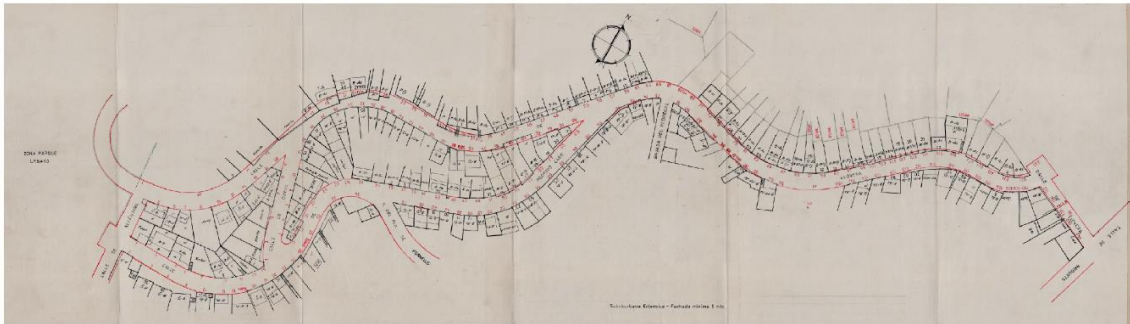


ID	Activado	X de píxel	Y de píxel	X de mapa (m)	Y de mapa (m)	dX píxeles)	dY (píxeles)	Residuo total (píxeles)
0	sí	4987	-2918	430091.422	4580482.367	1.05498e-05	6.49831e-06	1.23906e-05
1	sí	4741	-3915	430068.747	4580402.348	1.05507e-05	6.49477e-06	1.23895e-05
2	sí	4592	-4006	430057.113	4580395.775	1.05512e-05	6.49969e-06	1.23925e-05
3	sí	4039	-3758	430004.922	4580420.580	1.05499e-05	6.50424e-06	1.23938e-05
4	sí	3732	-3686	429978.037	4580428.221	6.49647e-06	6.49647e-06	1.23895e-05
5	sí	3797	-3459	429983.661	4580447.884	1.05499e-05	6.49995e-06	1.23915e-05
6	sí	3051	-3900	429921.134	4580413.431	1.05501e-05	6.49453e-06	1.23888e-05
7	sí	3631	-4051	429969.642	4580399.805	1.05499e-05	6.49557e-06	1.23893e-05

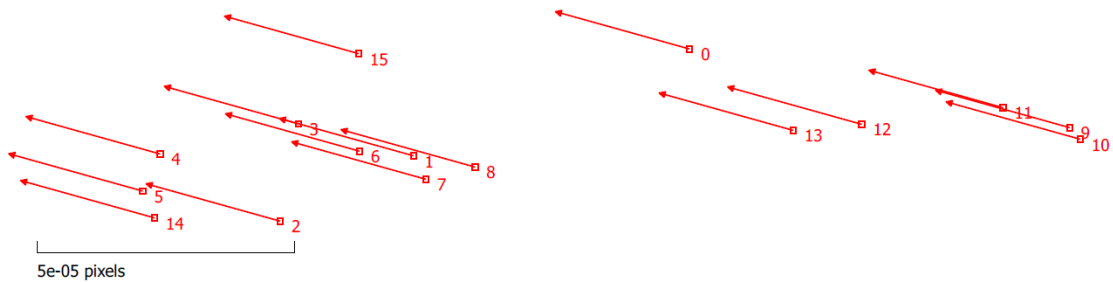
8	sí	2161	-4305	429843.158	4580386.178	1.05509e-05	6.49565e-06	1.23901e-05
9	sí	3116	-4505	429927.461	4580362.378	1.05517e-05	6.50465e-06	1.23955e-05
10	sí	6493	-4433	430213.326	4580350.725	1.05553e-05	6.50157e-06	1.23970e-05
11	sí	6122	-4348	430179.894	4580360.385	1.05538e-05	6.49522e-06	1.23924e-05
12	sí	5451	-4200	430123.018	4580376.733	1.05522e-05	6.49605e-06	1.23914e-05
13	sí	3571	-3395	429964.378	4580453.364	1.05497e-05	6.49216e-06	1.23872e-05
14	sí	3457	-3364	429954.864	4580456.204	1.05491e-05	6.49536e-06	1.23885e-05
15	sí	3627	-2789	429968.001	4580499.617	1.05487e-05	6.49648e-06	1.23887e-05
16	sí	2645	-2638	429883.022	4580524.409	1.05485e-05	6.49451e-06	1.23874e-05
17	sí	3774	-2290	429980.440	4580541.643	1.05489e-05	6.49853e-06	1.23899e-05
18	sí	4081	-1300	430008.502	4580635.958	1.05484e-05	6.48988e-06	1.23849e-05
19	sí	3170	-892	429927.535	4580678.191	1.05485e-05	6.49472e-06	1.23876e-05
20	sí	6297	-3288	430194.490	4580449.308	1.05527e-05	6.49679e-06	1.23922e-05
21	sí	6181	-2239	430185.908	4580543.971	1.05512e-05	6.4998e-06	1.23926e-05
22	sí	6720	-2480	430231.265	4580520.195	1.05522e-05	6.5001e-06	1.23936e-05
23	sí	5050	-2792	430095.391	4580491.025	1.05504e-05	6.49695e-06	1.23904e-05
24	sí	2732	-1911	429892.540	4580591.760	1.05489e-05	6.49939e-06	1.23903e-05
25	sí	2696	-2024	429889.928	4580582.069	1.05485e-05	6.49536e-06	1.23879e-05
26	sí	2141	-1891	429843.491	4580595.538	1.05492e-05	6.49422e-06	1.23879e-05
27	sí	2073	-4156	429836.937	4580397.955	1.05515e-05	6.49353e-06	1.23895e-05
28	sí	1509	-4034	429790.920	4580410.976	1.05517e-05	6.49626e-06	1.23911e-05
29	sí	1699	-3362	429806.903	4580467.463	1.05499e-05	6.49877e-06	1.23909e-05
30	sí	1468	-4164	429788.366	4580401.861	1.05519e-05	6.49771e-06	1.2392e-05
31	sí	4408	-2537	430032.229	4580518.142	1.05494e-05	6.49734e-06	1.23897e-05
32	sí	3885	-2331	429989.006	4580536.291	1.0549e-05	6.49684e-06	1.23891e-05
33	sí	4692	-1577	430058.445	4580610.096	1.05491e-05	6.49469e-06	1.23881e-05

ID	Activado	X de píxel	Y de píxel	X de mapa (m)	Y de mapa (m)	dX (píxeles)	dY (píxeles)	Residu total (píxeles)
0	sí	4987	-2918	430091.422	4580482.367	61.6037	86.4756	106.175
1	sí	4741	-3915	430068.747	4580402.348	81.7236	34.8311	88.8366
2	sí	4592	-4006	430057.113	4580395.775	98.3853	26.3531	101.854
3	sí	4039	-3758	430004.922	4580420.580	29.7429	10.3969	31.5077
4	sí	3732	-3686	429978.037	4580428.221	18.3949	6.01858	19.3544
5	sí	3797	-3459	429983.661	4580447.884	9.80893	0.40861	9.81744
6	sí	3051	-3900	429921.134	4580413.431	41.9339	-7.16955	42.5424
7	sí	3631	-4051	429969.642	4580399.805	35.6927	-22.6524	42.2741
8	sí	2161	-4305	429843.158	4580386.178	35.1625	-56.0981	66.2072
9	sí	3116	-4505	429927.461	4580362.378	76.2438	-19.834	78.7814
10	sí	6493	-4433	430213.326	4580350.725	43.744	48.6155	65.3988
11	sí	6122	-4348	430179.894	4580360.385	19.7404	37.4536	42.3374
12	sí	5451	-4200	430123.018	4580376.733	18.3805	22.0299	28.6908
13	sí	3571	-3395	429964.378	4580453.364	8.30795	9.82418	12.8661
14	sí	3457	-3364	429954.864	4580456.204	9.93128	12.2349	15.7582
15	sí	3627	-2789	429968.001	4580499.617	-28.5087	73.6944	79.0165
16	sí	2645	-2638	429883.022	4580524.409	-51.3024	-22.8965	56.18
17	sí	3774	-2290	429980.440	4580541.643	-50.9559	76.2244	91.6879
18	sí	4081	-1300	430008.502	4580635.958	-75.9409	-49.2172	90.495
19	sí	3170	-892	429927.535	4580678.191	-131.331	-95.4742	162.367
20	sí	6297	-3288	430194.490	4580449.308	-27.8934	52.2448	59.2247
21	sí	6181	-2239	430185.908	4580543.971	-59.1805	-1.22073	59.1931
22	sí	6720	-2480	430231.265	4580520.195	-56.4657	14.0556	58.1888
23	sí	5050	-2792	430095.391	4580491.025	40.6633	109.413	116.725
24	sí	2732	-1911	429892.540	4580591.760	-59.7761	-87.2119	105.731
25	sí	2696	-2024	429889.928	4580582.069	-49.3034	-85.8094	98.9651
26	sí	2141	-1891	429843.491	4580595.538	-43.2236	-87.6299	97.7102
27	sí	2073	-4156	429836.937	4580397.955	44.6547	-41.1923	60.7524
28	sí	1509	-4034	429790.920	4580410.976	64.1098	-49.2111	80.8195
29	sí	1699	-3362	429806.903	4580467.463	34.1201	-44.8922	56.387
30	sí	1468	-4164	429788.366	4580401.861	80.6591	-71.3363	107.679
31	sí	4408	-2537	430032.229	4580518.142	-68.5998	78.0915	103.943
32	sí	3885	-2331	429989.006	4580536.291	-59.1845	92.8009	110.067
33	sí	4692	-1577	430058.445	4580610.096	-91.3371	-49.3211	103.803

2.5. Informe según la transformación TPS del PN de las calles Ojeda, Llobera y Rodrigo Caro

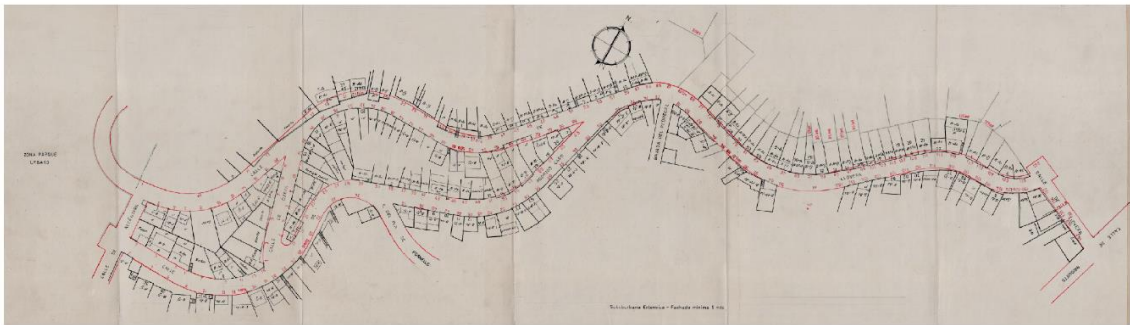


Residuales



ID	Acti vado	X de píxel	Y de píxel	X de mapa (m)	Y de mapa (m)	dX (píxeles)	dY (píxeles)	Residuo total (píxeles)
0	sí	7516	-1078	431075.003	4588977.091	-2.60401e-05	-7.24161e-06	2.70283e-05
1	sí	4449	-2263	430989.302	4588868.155	-2.60331e-05	-7.24362e-06	2.70221e-05
2	sí	2968	-2988	430951.887	4588809.128	-2.60299e-05	-7.24600e-06	2.70196e-05
3	sí	3169	-1908	430935.706	4588853.100	-2.60275e-05	-7.25759e-06	2.70204e-05
4	sí	1633	-2243	430883.644	4588808.942	-2.60267e-05	-7.25478e-06	2.70189e-05
5	sí	1441	-2655	430886.314	4588787.195	-2.60308e-05	-7.24679e-06	2.70208e-05
6	sí	3849	-2212	430966.879	4588857.777	-2.60324e-05	-7.25339e-06	2.70204e-05
7	sí	4586	-2523	431000.670	4588861.706	-2.60357e-05	-7.24444e-06	2.70248e-05
8	sí	5134	-2388	431016.997	4588878.738	-2.60379e-05	-7.25982e-06	2.70310e-05
9	sí	11739	-1951	431246.742	4589037.003	-2.60391e-05	-7.26045e-06	2.70324e-05
10	sí	11957	-2079	431254.157	4589033.908	-2.60460e-05	-7.25631e-06	2.70379e-05
11	sí	10999	-1729	431215.376	4589029.247	-2.60426e-05	-7.26517e-06	2.70370e-05
12	sí	9430	-1914	431162.312	4588987.912	-2.60387e-05	-7.24736e-06	2.70284e-05
13	sí	8668	-1981	431136.500	4588969.860	-2.60394e-05	-7.25604e-06	2.70315e-05
14	sí	1573	-2952	430898.325	4588780.357	-2.60300e-05	-7.24773e-06	2.70202e-05
15	sí	3839	-1129	430943.060	4588897.039	-2.60364e-05	-7.26423e-06	2.70308e-05

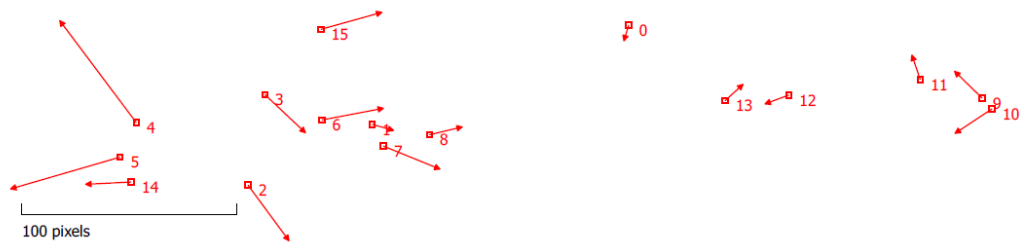
2.6. Informe según la transformación de Helmert del PN de las calles Ojeda, Llobera y Rodrigo Caro



Parámetros de transformación (Helmert)

Traslación X	Traslación Z	Escala X	Escala Y	Rotación (grados)	Error medio [píxeles]
430778.086	4588854.347	0.0423204	0.0423204	30.6785	30.0245

Residuales



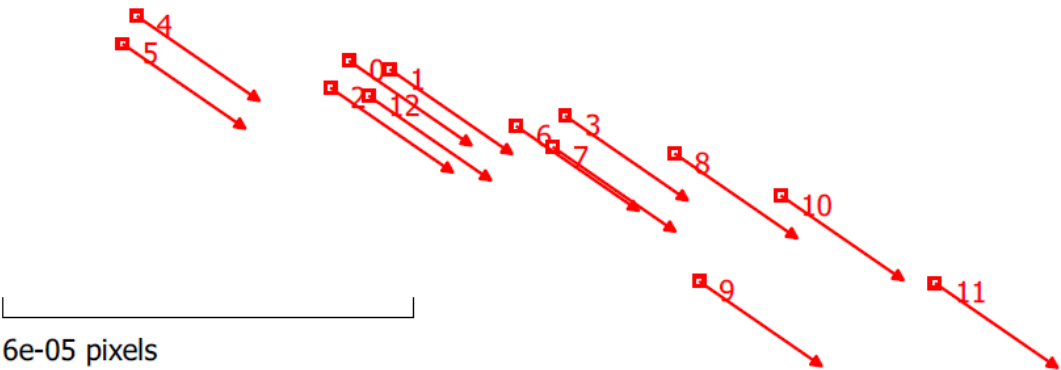
ID	Acti vado	X de píxel	Y de píxel	X de mapa (m)	Y de mapa (m)	dX (píxeles)	dY (píxeles)	Residuo total (píxeles)
0	sí	7516	-1078	431075.003	4588977.091	-2.21787	7.32278	7.65128
1	sí	4449	-2263	430989.302	4588868.155	10.0452	2.83525	10.4376
2	sí	2968	-2988	430951.887	4588809.128	19.0947	25.9059	32.1827
3	sí	3169	-1908	430935.706	4588853.100	18.8907	17.7737	25.9377
4	sí	1633	-2243	430883.644	4588808.942	-35.6732	-47.5019	59.4055
5	sí	1441	-2655	430886.314	4588787.195	-51.0683	14.8147	53.1738
6	sí	3849	-2212	430966.879	4588857.777	28.7112	-5.43272	29.2206
7	sí	4586	-2523	431000.670	4588861.706	26.3595	10.7259	28.4582
8	sí	5134	-2388	431016.997	4588878.738	15.3509	-3.64948	15.7787
9	sí	11739	-1951	431246.742	4589037.003	-12.8431	-12.471	7.9016
10	sí	11957	-2079	431254.157	4589033.908	-17.2204	11.3647	20.6325
11	sí	10999	-1729	431215.376	4589029.247	-3.8854	-11.3519	11.9984
12	sí	9430	-1914	431162.312	4588987.912	-11.089	4.10487	11.8244
13	sí	8668	-1981	431136.500	4588969.860	8.33266	-7.60872	11.2839
14	sí	1573	-2952	430898.325	4588780.357	-21.1817	1.05334	21.2079
15	sí	3839	-1129	430943.060	4588897.039	28.3941	-7.88554	29.4688

2.7. Informe según la transformación TPS del PN de Pantà de Tremp

PN_359_004 (Pantano de Tremp).jpg



Residuales



ID	Act iva do	X de píxel	Y de píxel	X de mapa (m)	Y de mapa (m)	dX (píxeles)	dY (píxeles)	Residuo total (píxeles)
0	sí	2413	-1514	429427.820	4586242.662	1.79090e-05	1.23622e-05	2.17613e-05
1	sí	2667	-1567	429419.606	4586249.560	1.79165e-05	1.23648e-05	2.17690e-05
2	sí	2297	-1682	429435.271	4586246.535	1.79154e-05	1.23585e-05	2.17645e-05
3	sí	3760	-1856	429385.449	4586281.241	1.79231e-05	1.23608e-05	2.17721e-05
4	sí	1091	-1235	429471.871	4586205.809	1.79098e-05	1.23679e-05	2.17652e-05
5	sí	1002	-1408	429478.534	4586210.434	1.79145e-05	1.23602e-05	2.17647e-05
6	sí	3455	-1920	429396.885	4586278.678	1.79170e-05	1.23691e-05	2.17719e-05
7	sí	3684	-2050	429391.709	4586287.133	1.79110e-05	1.23548e-05	2.17588e-05
8	sí	4442	-2091	429365.095	4586303.969	1.79196e-05	1.23694e-05	2.17742e-05
9	sí	4596	-2888	429374.699	4586336.463	1.79122e-05	1.23713e-05	2.17691e-05
10	sí	5104	-2353	429345.129	4586326.251	1.79172e-05	1.23569e-05	2.17651e-05
11	sí	6066	-2899	429321.623	4586364.205	1.79101e-05	1.23600e-05	2.17610e-05
12	sí	2535	-1732	429427.560	4586253.157	1.79129e-05	1.23548e-05	2.17604e-05

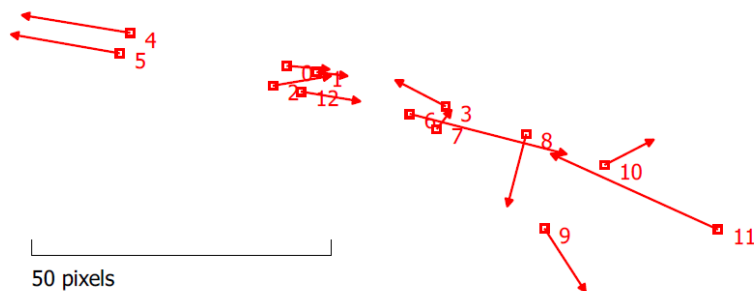
2.8. Informe según la transformación de Helmert del PN de Pantà de Tremp



Parámetros de transformación (Helmert)

Traslación X	Traslación Z	Escala X	Escala Y	Rotación (grados)	Error medio [píxeles]
429487.158	4586139.394	0.0417154	0.0417154	151.912	16.8371

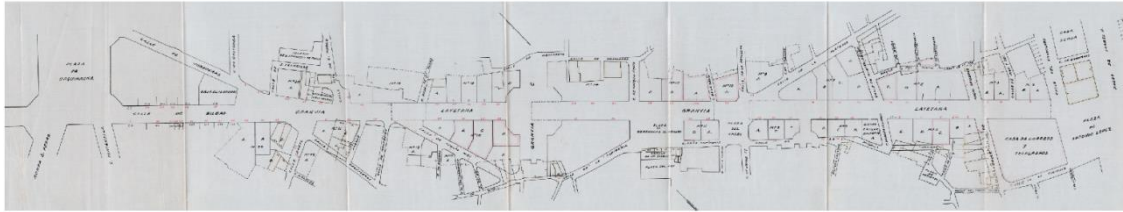
Residuales



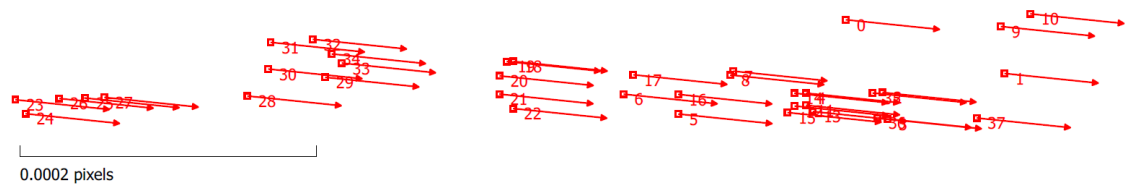
ID	Act iva do	X de píxel	Y de píxel	X de mapa (m)	Y de mapa (m)	dX (píxeles)	dY (píxeles)	Residuo total (píxeles)
0	sí	2413	-1514	429427.820	4586242.662	7.15915	0.586836	7.18316
1	sí	2667	-1567	429419.606	4586249.560	5.16249	0.653487	5.20369
2	sí	2297	-1682	429435.271	4586246.535	-.67847	-1.63057	9.81486
3	sí	3760	-1856	429385.449	4586281.241	-8.38746	-4.35549	9.45091
4	sí	1091	-1235	429471.871	4586205.809	-18.0435	-2.96318	18.2852
5	sí	1002	-1408	429478.534	4586210.434	-18.1269	-3.16627	18.4014
6	sí	3455	-1920	429396.885	4586278.678	26.1528	6.69482	26.9961
7	sí	3684	-2050	429391.709	4586287.133	2.47296	-3.21398	4.05527
8	sí	4442	-2091	429365.095	4586303.969	-3.14469	12.0386	12.4426
9	sí	4596	-2888	429374.699	4586336.463	6.8611	10.5894	12.6178
10	sí	5104	-2353	429345.129	4586326.251	8.20134	-4.23156	9.22866
11	sí	6066	-2899	429321.623	4586364.205	-27.8703	-12.6305	30.5987
12	sí	2535	-1732	429427.560	4586253.157	9.88463	1.62843	10.0179

2.9. Informe según la transformación TPS del PN de la Via Laietana

PN_92_002 (Via Laietana).jpg



Residuales

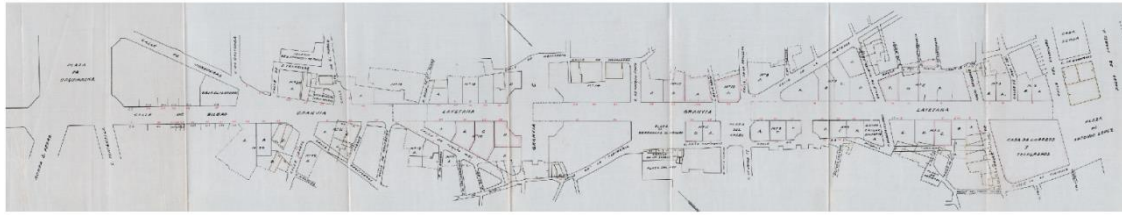


ID	Activado	X de píxel	Y de píxel	X de mapa (m)	Y de mapa (m)	dX (píxeles)	dY (píxeles)	Residuo total (píxeles)
0	sí	11001	-580	431462.618	4581668.642	6.31963e-05	6.47119e-06	6.35267e-05
1	sí	13056	-1273	431544.519	4581504.953	6.32089e-05	6.47437e-06	6.35396e-05
2	sí	11474	-1518	431436.027	4581587.547	6.31958e-05	6.47404e-06	6.35265e-05
3	sí	11543	-1862	431418.518	4581562.556	6.31989e-05	6.47422e-06	6.35297e-05
4	sí	10483	-1526	431376.651	4581647.849	6.31957e-05	6.47086e-06	6.35261e-05
5	sí	8832	-1796	431263.437	4581731.068	6.32044e-05	6.47459e-06	6.35351e-05
6	sí	8122	-1540	431238.021	4581790.127	6.32028e-05	6.47656e-06	6.35338e-05
7	sí	9544	-1243	431337.611	4581720.661	6.32026e-05	6.46810e-06	6.35327e-05
8	sí	9504	-1292	431333.254	4581720.329	6.31964e-05	6.46895e-06	6.35267e-05
9	sí	13008	-666	431578.089	4581542.797	6.32051e-05	6.47362e-06	6.35358e-05
10	sí	13390	-503	431610.132	4581529.105	6.32114e-05	6.47632e-06	6.35423e-05
11	sí	10484	-1683	431367.293	4581638.742	6.31950e-05	6.47151e-06	6.35255e-05
12	sí	10337	-1693	431360.403	4581645.827	6.31991e-05	6.47110e-06	6.35295e-05
13	sí	10572	-1764	431367.103	4581627.569	6.31950e-05	6.47074e-06	6.47074e-05
14	sí	10334	-1527	431369.861	4581655.139	6.31961e-05	6.47424e-06	6.35269e-05
15	sí	10245	-1777	431348.806	4581645.720	6.31965e-05	6.47159e-06	6.35270e-05
16	sí	8830	-1543	431279.837	4581747.102	6.32018e-05	6.46878e-06	6.35320e-05
17	sí	8249	-1290	431258.167	4581797.415	6.32100e-05	6.47620e-06	6.35409e-05
18	sí	6697	-1117	431177.119	4581904.616	6.32221e-05	6.47474e-06	6.35528e-05
19	sí	6609	-1118	431172.033	4581909.629	6.32308e-05	6.47430e-06	6.35614e-05
20	sí	6516	-1303	431153.165	4581904.936	6.32324e-05	6.47726e-06	6.35633e-05
21	sí	6513	-1539	431139.161	4581890.912	6.32307e-05	6.48201e-06	6.35621e-05
22	sí	6691	-1725	431139.171	4581867.708	6.32240e-05	6.48390e-06	6.35556e-05
23	sí	246	-1612	430771.706	4582266.695	6.34056e-05	6.53248e-06	6.37412e-05
24	sí	378	-1793	430768.860	4582250.791	6.34009e-05	6.52552e-06	6.37358e-05
25	sí	1151	-1590	430824.965	4582211.497	6.33752e-05	6.51667e-06	6.37093e-05

26	sí	814	-1596	430802.862	4582234.067	6.33888e-05	6.52103e-06	6.37233e-05
27	sí	1398	-1591	430839.310	4582196.956	6.33576e-05	6.52237e-06	6.36925e-05
28	sí	3251	-1564	430949.318	4582084.668	6.3300e-05	6.49913e-06	6.36328e-05
29	sí	4257	-1322	431022.273	4582037.870	6.32695e-05	6.48811e-06	6.36013e-05
30	sí	3521	-1216	430987.404	4582089.268	6.32877e-05	6.49743e-06	6.36203e-05
31	sí	3552	-871	431009.282	4582106.766	6.32876e-05	6.49784e-06	6.36203e-05
32	sí	4097	-832	431043.294	4582076.964	6.32734e-05	6.49496e-06	6.36058e-05
33	sí	4473	-1139	431045.740	4582036.481	6.32704e-05	6.48739e-06	6.36021e-05
34	sí	4344	-1020	431045.307	4582051.407	6.32697e-05	6.49445e-06	6.36021e-05
35	sí	11348	-1525	431428.204	4581594.434	6.3196e-05	6.47634e-06	6.35269e-05
36	sí	11412	-1848	431412.572	4581571.317	6.31998e-05	6.46902e-06	6.3530e-05
37	sí	12696	-1848	431486.589	4581492.763	6.32016e-05	6.47308e-06	6.35322e-05

2.10. Informe según la transformación de Helmert del PN de la Via Laietana

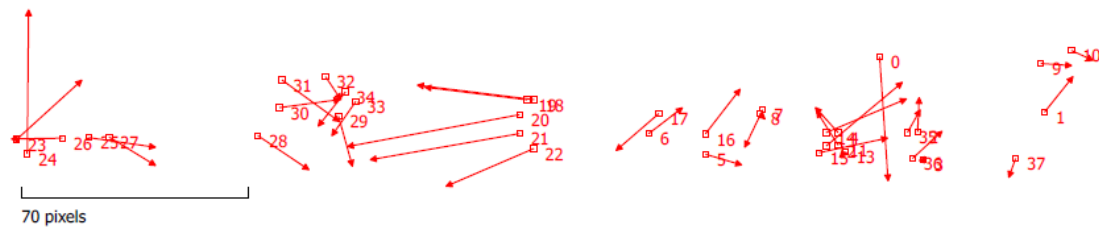
PN_92_002 (Via Laietana).jpg



Parámetros de transformación (Helmert)

Traslación X	Traslación Z	Escala X	Escala Y	Rotación (grados)	Error medio [píxeles]
430853.337	4582376.657	0.0847567	0.0847567	-46.0727	23.2642

Residuales

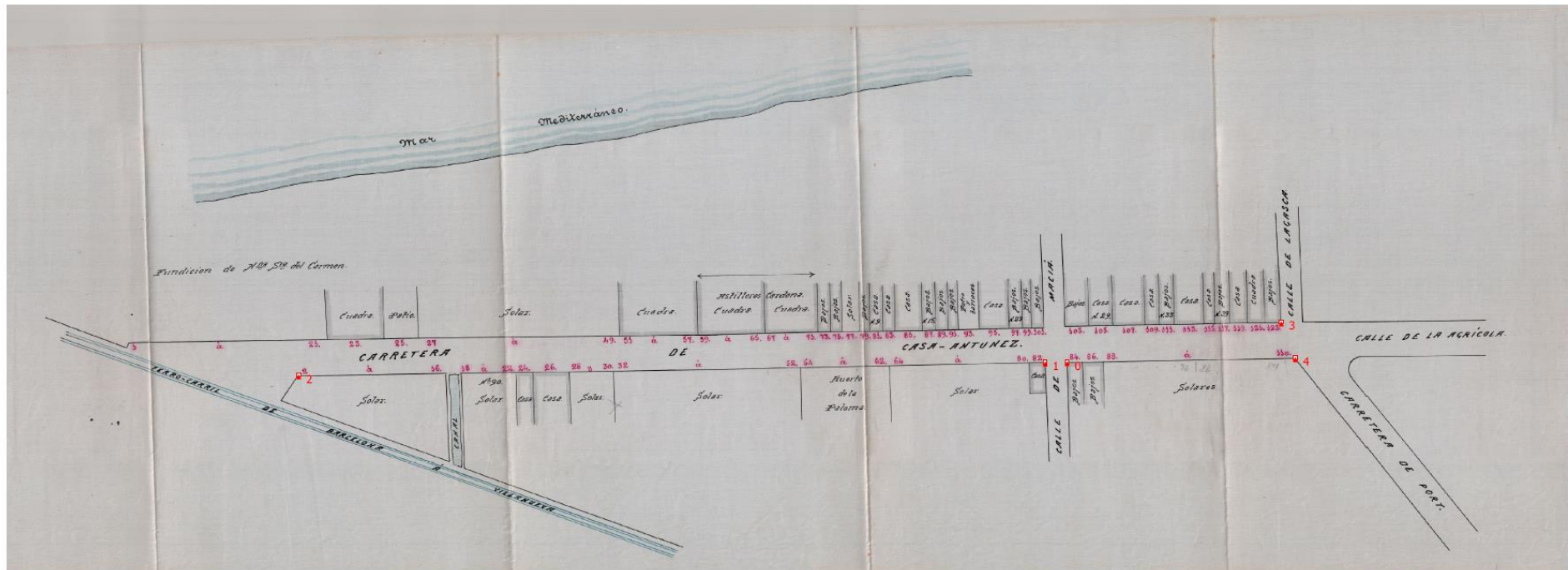


ID	Act iva do	X de píxel	Y de píxel	X de mapa (m)	Y de mapa (m)	dX (píxeles)	dY (píxeles)	Residuo total (píxeles)
0	sí	11001	-580	431462.618	4581668.642	2.6256	38.3079	38.3978
1	sí	13056	-1273	431544.519	4581504.953	8.7538	-10.9232	13.998
2	sí	11474	-1518	431436.027	4581587.547	0.502002	-10.5387	10.5506
3	sí	11543	-1862	431418.518	4581562.556	0.451893	-0.876238	0.985901
4	sí	10483	-1526	431376.651	4581647.849	-6.99587	-7.69909	10.4028
5	sí	8832	-1796	431263.437	4581731.068	11.1195	3.28288	11.594
6	sí	8122	-1540	431238.021	4581790.127	10.3963	-7.94992	13.0876
7	sí	9544	-1243	431337.611	4581720.661	-5.51989	11.4931	12.7499
8	sí	9504	-1292	431333.254	4581720.329	1.67003	1.58433	2.30197
9	sí	13008	-666	431578.089	4581542.797	9.51354	0.658456	9.5363
10	sí	13390	-503	431610.132	4581529.105	6.69532	3.0586	7.36087
11	sí	10484	-1683	431367.293	4581638.742	-6.56215	-10.381	12.2812
12	sí	10337	-1693	431360.403	4581645.827	23.4383	-19.6094	30.5595
13	sí	10572	-1764	431367.103	4581627.569	-1.59631	1.55932	2.23152
14	sí	10334	-1527	431369.861	4581655.139	24.7505	-10.3815	26.8396
15	sí	10245	-1777	431348.806	4581645.720	21.1397	-4.51618	21.6168
16	sí	8830	-1543	431279.837	4581747.102	10.7046	-13.7799	17.4492
17	sí	8249	-1290	431258.167	4581797.415	-13.1333	11.3464	17.3558
18	sí	6697	-1117	431177.119	4581904.616	-36.0532	-4.46101	36.3281
19	sí	6609	-1118	431172.033	4581909.629	-31.4998	-3.87522	31.7373

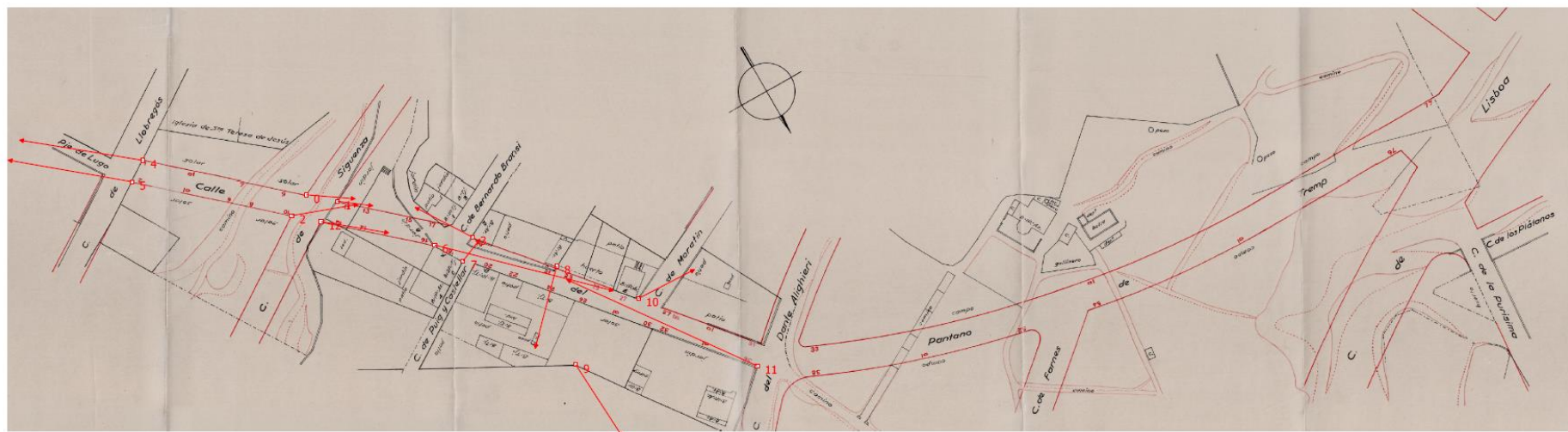
20	sí	6516	-1303	431153.165	4581904.936	-53.1806	9.83269	54.082
21	sí	6513	-1539	431139.161	4581890.912	-46.0605	8.06257	46.7608
22	sí	6691	-1725	431139.171	4581867.708	-27.0739	11.6319	29.4668
23	sí	246	-1612	430771.706	4582266.695	20.0913	-18.2578	27.1478
24	sí	378	-1793	430768.860	4582250.791	0.426006	-44.4331	44.4352
25	sí	1151	-1590	430824.965	4582211.497	20.4264	2.95131	20.6385
26	sí	814	-1596	430802.862	4582234.067	-15.6241	0.244764	15.626
27	sí	1398	-1591	430839.310	4582196.956	14.3233	8.78323	16.8019
28	sí	3251	-1564	430949.318	4582084.668	15.7604	10.5202	18.949
29	sí	4257	-1322	431022.273	4582037.870	4.28915	15.4176	16.0031
30	sí	3521	-1216	430987.404	4582089.268	18.6893	-2.49514	18.8552
31	sí	3552	-871	431009.282	4582106.766	17.6772	12.8085	21.8298
32	sí	4097	-832	431043.294	4582076.964	4.71409	7.04293	8.47499
33	sí	4473	-1139	431045.740	4582036.481	-7.37112	10.5345	12.8573
34	sí	4344	-1020	431045.307	4582051.407	-8.40471	10.5454	13.485
35	sí	11348	-1525	431428.204	4581594.434	3.93829	-6.95509	7.99271
36	sí	11412	-1848	431412.572	4581571.317	9.08405	-8.36131	12.3463
37	sí	12696	-1848	431486.589	4581492.763	-2.10532	5.82708	6.149574

3. Mapas generados por QGIS de los puntos de control de los proyectos de numeración

3.1. Mapa del PN de Can Tunis

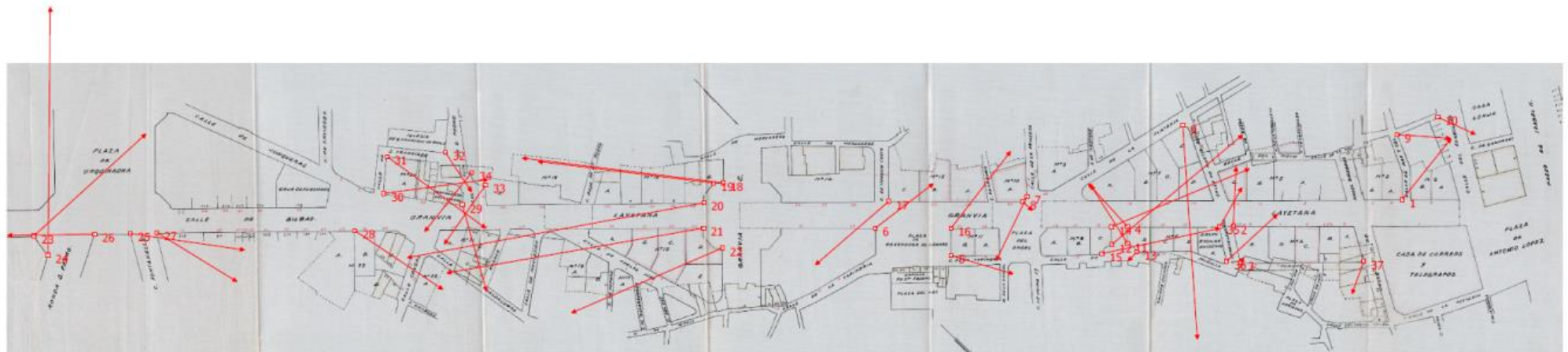


3.2. Mapa del PN de la calle Pantà de Tremp



50 pixels

3.3. Mapa del PN de la Via Laietana

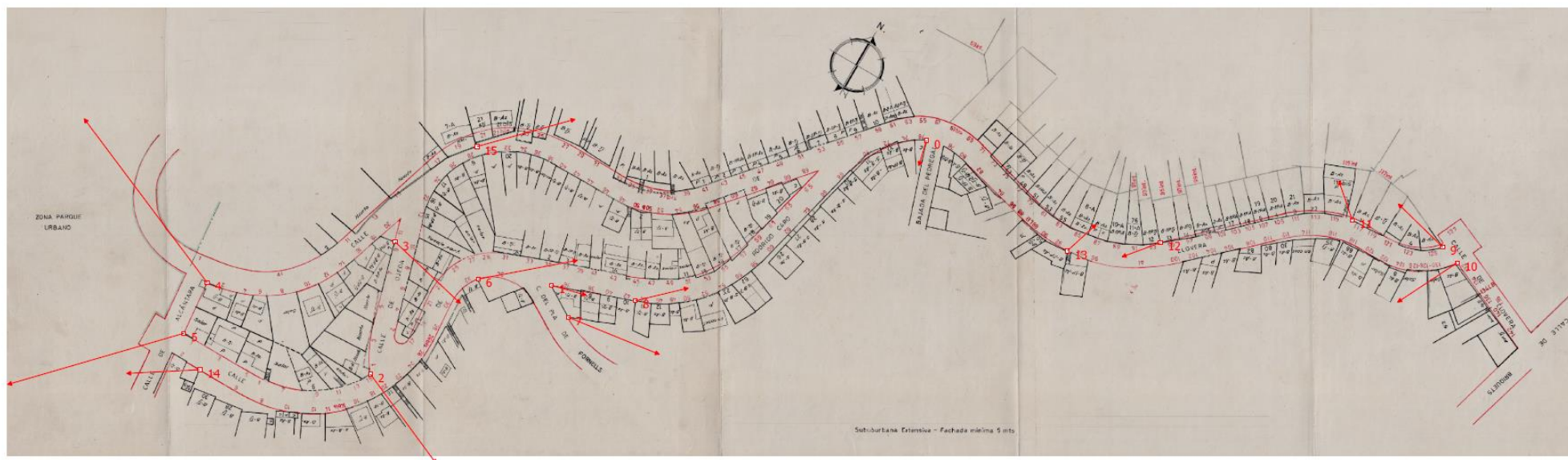


60 pixels

3.4. Mapa del PN del barrio de Santa Madrona



3.5. Mapa del PN de las calles Ojeda, Llobera y Rodrigo Caro




90 pixels

Plano del PN de Can Tunis según la transformación de Helmert

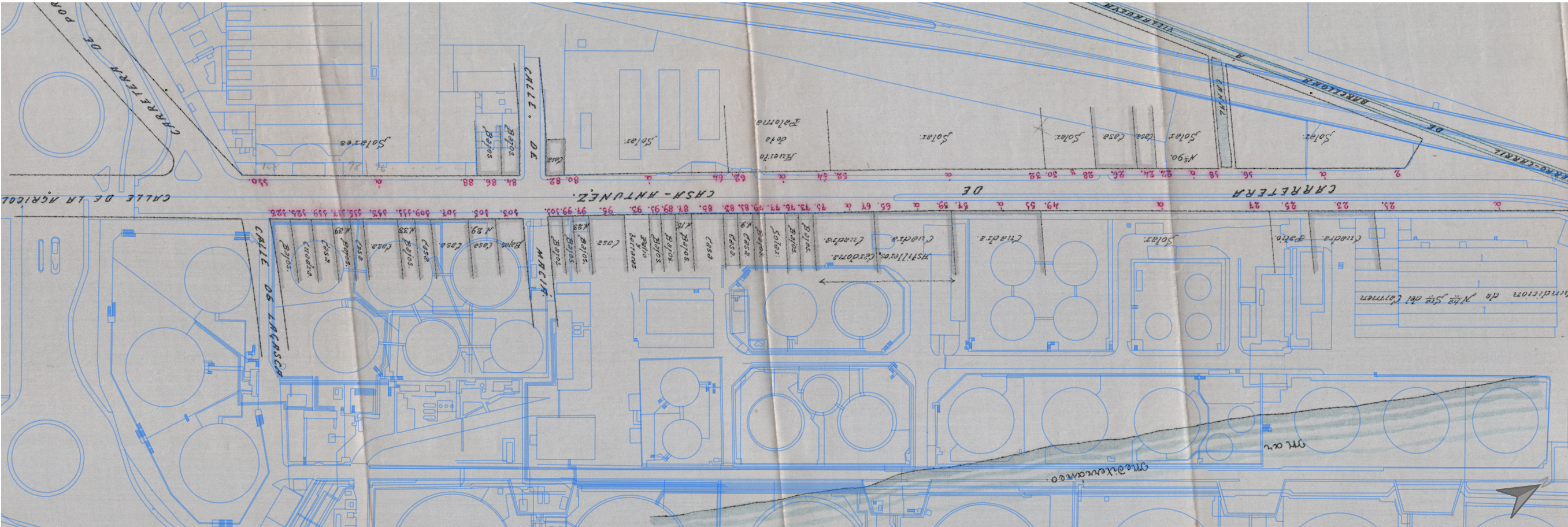


Leyenda

- Cartografía vigente de Barcelona
Imagen del PN_038_001

Proyecto: Creación de una base de datos georreferenciada de proyectos de numeración históricos del Ajuntament de Barcelona		Plano: Plano vigente de la ciudad de Barcelona superpuesto con el proyecto de numeración de Can Tunis	
Autor/a: Lorena Ramírez Sánchez		Proyección: UTM 31 N / ETRS89	
Empresa: Institut Municipal d'Informàtica			
Escala: 1/2000	Fecha: 21 de septiembre de 2018	Nº 1 / 10	

Plano del PN de Can Tunis según la transformación Thin Plate Spline



Leyenda

Cartografía vigente de Barcelona

Imagen del PN_038_001

Proyecto: Creación de una base de datos georreferenciada de proyectos de numeración históricos del Ajuntament de Barcelona		Plano: Plano vigente de la ciudad de Barcelona superpuesto con el proyecto de numeración de Can Tunis	
Autor/a: Lorena Ramírez Sánchez		Proyección: UTM 31 N / ETRS89	
Empresa: Institut Municipal d'Informàtica			
Escala: 1/2000	Fecha: 21 de septiembre de 2018	Nº 2 / 10	

Plano del PN del barrio de Santa Madrona según la transformación de Helmert



Leyenda

- Cartografía vigente de Barcelona
 Imagen del PN_038_001

Proyecto:

Creación de una base de datos georreferenciada de proyectos de numeración históricos del Ajuntament de Barcelona

Autor/a:

Lorena Ramírez Sánchez

Empresa:

Institut Municipal d'Informàtica

Plano:

Plano vigente de la ciudad de Barcelona superpuesto con el proyecto de numeración del barrio de Santa Madrona

Proyección:

UTM 31 N / ETRS89



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Ajuntament
de Barcelona

Escala: 1/2000

Fecha: 21 de septiembre de 2018

Nº 3 / 10

Plano del PN del barrio de Santa Madrona según la transformación Thin Plate Spline



Legenda

Cartografía vigente de Barcelona

Imagen del PN_023_004

Proyecto: Creación de una base de datos georreferenciada de proyectos de numeración históricos del Ajuntament de Barcelona		Plano: Plano vigente de la ciudad de Barcelona superpuesto con el proyecto de numeración del barrio de Santa Madrona	
Autor/a: Lorena Ramírez Sánchez		Proyección: UTM 31 N / ETRS89	
Empresa: Institut Municipal d'Informàtica		<div><div></div><div>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH</div></div> <div><div></div><div>Ajuntament de Barcelona</div></div>	
Escala: 1/2000	Fecha: 21 de septiembre de 2018	Nº 4 / 10	

Plano del PN de las calles Ojeda, Llobera y Rodrigo Caro según la transformación de Helmert



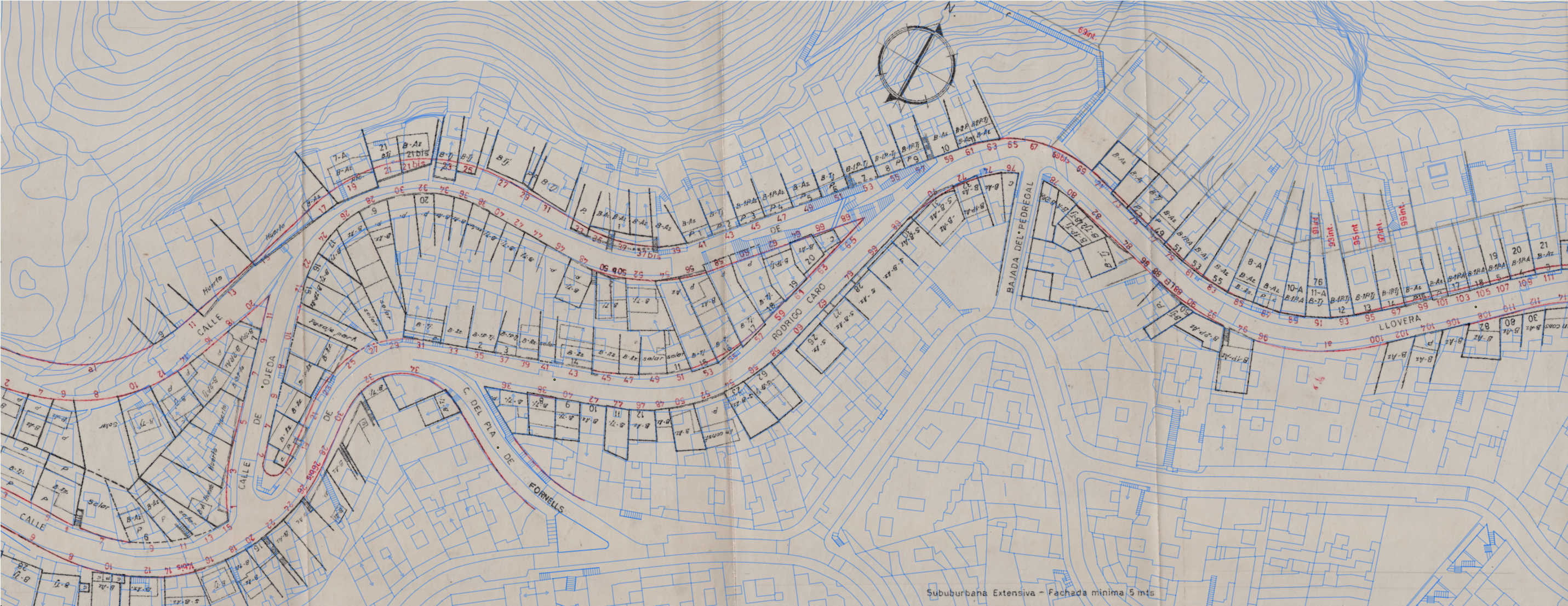
Leyenda

Cartografía vigente de Barcelona

Imagen del PN_056_001

Proyecto: Creación de una base de datos georreferenciada de proyectos de numeración históricos del Ajuntament de Barcelona		Plano: Plano vigente de la ciudad de Barcelona superpuesto con el proyecto de numeración de las calles Ojeda, Llobera y Rodrigo	
Autor/a: Lorena Ramírez Sánchez		Proyección: UTM 31 N / ETRS89	
Empresa: Institut Municipal d'Informàtica		<div><div></div><div>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH</div></div> <div><div></div><div>Ajuntament de Barcelona</div></div>	
Escala: 1/1000	Fecha: 21 de septiembre de 2018	Nº 5 / 10	

Plano del PN de las calles Ojeda, Llobera y Rodrigo Caro según la transformación Thin Plate Spline



Leyenda


- Cartografía vigente de Barcelona
- Imagen del PN_056_001


Proyecto: Creación de una base de datos georreferenciada de proyectos de numeración históricos del Ajuntament de Barcelona		Plano: Plano vigente de la ciudad de Barcelona superpuesto con el Proyecto de numeración de las calles Ojeda, Llobera y Rodrigo	
Autor/a: Lorena Ramírez Sánchez		Proyección: UTM 31 N / ETRS89	
Empresa: Institut Municipal d'Informàtica			
Escala: 1/1000	Fecha: 21 de septiembre de 2018	Nº 6 / 10	

Plano del PN de la calle Pantà de Tremp según la transformación de Helmert



Leyenda

- Cartografía vigente de Barcelona
-  Imagen del PN_359_001

Proyecto: Creación de una base de datos georreferenciada de proyectos de numeración históricos del Ajuntament de Barcelona		Plano: Plano vigente de la ciudad de Barcelona superpuesto con el proyecto de numeración de la calle Pantà de Tresp	
Autor/a: Lorena Ramírez Sánchez		Proyección: UTM 31 N / ETRS89	
Empresa: Institut Municipal d'Informàtica			
Escala: 1/1000	Fecha: 21 de septiembre de 2018	Nº 7 / 10	





Plano del PN de la calle Pantà de Tresp según la transformación Thin Plate Spline



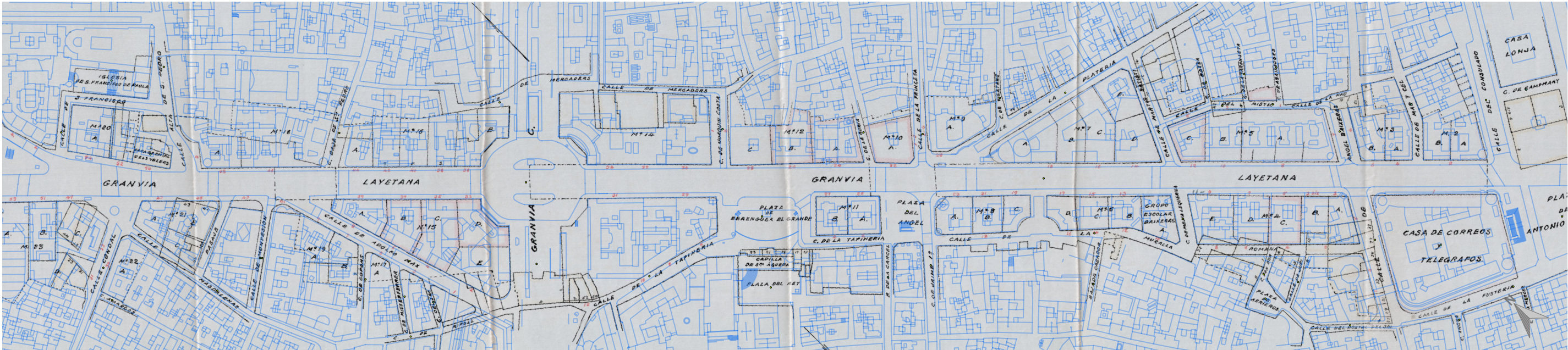
Leyenda

Cartografía vigente de Barcelona

Imagen del PN_038_001

Proyecto: Creación de una base de datos georreferenciada de proyectos de numeración históricos del Ajuntament de Barcelona		Plano: Plano vigente de la ciudad de Barcelona superpuesto con el proyecto de numeración de la calle Pantà de Tresp	
Autor/a: Lorena Ramírez Sánchez		Proyección: UTM 31 N / ETRS89	
Empresa: Institut Municipal d'Informàtica		<div><div></div><div><div></div><div>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH</div></div><div></div><div></div></div>	
Escala: 1/1000	Fecha: 21 de septiembre de 2018	Nº 8 / 10	

Plano del PN de la Via Laietana según la transformación de Helmert

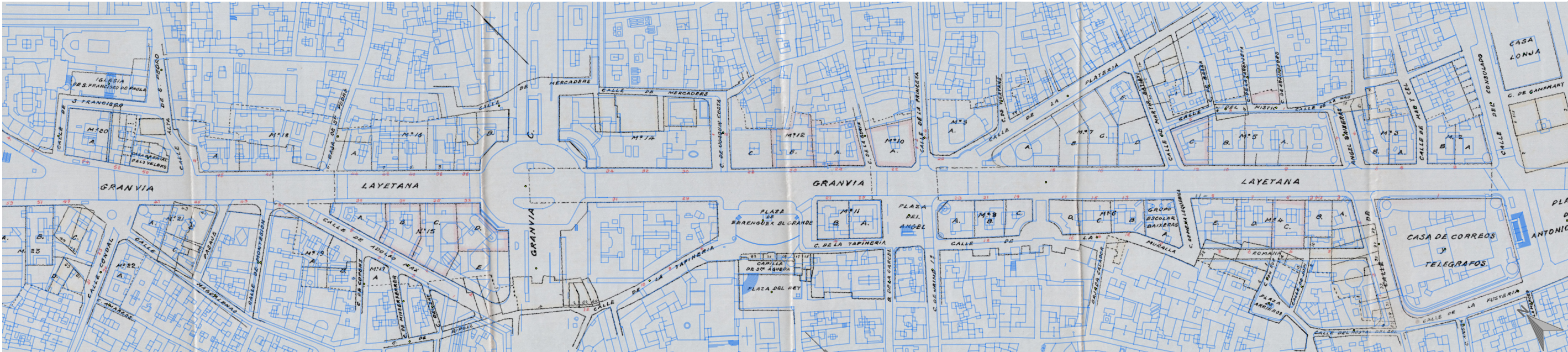


Leyenda

- Cartografía vigente de Barcelona
- Imagen del PN_092_001

Proyecto: Creación de una base de datos georreferenciada de proyectos de numeración históricos del Ajuntament de Barcelona		Plano: Plano vigente de la ciudad de Barcelona superpuesto con el proyecto de numeración de la Via Laietana	
Autor/a: Lorena Ramírez Sánchez		Proyección: UTM 31 N / ETRS89	
Empresa: Institut Municipal d'Informàtica			
Escala: 1/2500	Fecha: 21 de septiembre de 2018		Nº 9 / 10

Plano del PN de la Via Laietana según la transformación Thin Plate Spline



Legenda

Cartografía vigente de Barcelona

Imagen del PN_092_001

Proyecto: Creación de una base de datos georreferenciada de proyectos de numeración históricos del Ajuntament de Barcelona		Plano: Plano vigente de la ciudad de Barcelona superpuesto con el proyecto de numeración de la Via Laietana	
Autor/a: Lorena Ramírez Sánchez		Proyección: UTM 31 N / ETRS89	
Empresa: Institut Municipal d'Informàtica		<div><div></div><div><div>UPC</div>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH</div><div><div>i2i</div></div><div><div></div><div>Ajuntament de Barcelona</div></div></div>	
Escala: 1/2500	Fecha: 21 de septiembre de 2018		Nº 10 / 10